٢. انبعاث الغازات والمركبات الملوثة للهواء مع احتراق الوقود الأحفوري.

٣. تكوين سحابة صانعة للاحتباس الحراري فوق أماكن الاستهلاك، سواء كان من وسائل الانتقال، المباني، وحدات توليد الكهرباء، المرافق، حيث أن إنتاج الطاقة من الوقود الأحفوري بالأساس عملية حرارية، ومما يعني انبعاث لفائض كبير من الحرارة، لذلك يكون الاحتياج إلى الإقلال من التشغيل أو إيقافه، خاصة مع ظروف الارتفاع الشديد في درجة حرارة الجو، حيث يصبح من المتعذر الاستمرار فى توليد هذه الطاقة الحرارية المرتفعة.

٣- الطاقة النووية:

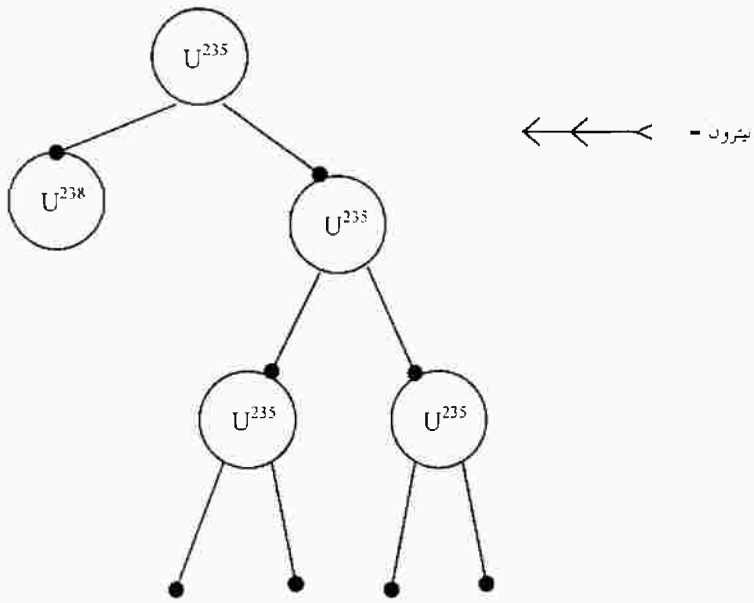
تعتمد على تفاعل الانشطار النووي لعنصر اليورانيوم بالوزن الذري ٢٣٥ (U^{235})، والذي يستخدم في المفاعل النووي، ويكون على صورة قضبان صغيرة، بحيث تنشطر النواة إلى ذرات أصغر، فتنتج كميات كبيرة من الطاقة، ومع استمرار التفاعل في صورة متسلسلة وبالتأثير على النوايات الأخرى.

الحرارة المتولدة تستخدم في تسخين الماء وتوليد البخار ومن ثم إدارة التوربينات وتوليد الكهرباء، واليورانيوم ٢٣٥ يستمر في التفاعل ولفترة تصل إلى عدد من العقود، بينما يورانيوم ٢٣٨ فيمكن أن يستمر لفترة تمتد لعدة آلاف من السنين.

وسعر اليورانيوم لا يشكل تكلفة مرتفعة لتوليد الكهرباء، وإذا ما زاد السعر فلن يكون عنصراً مؤثراً على سعر الكهرباء الناتجة. ويقدر حتى لو تضاعف سعر اليورانيوم (٢٠٠%) فإن سعر الكهرباء لن يزيد بأكثر من ٥%، بينما لو تضاعف بالمقارنة سعر الغاز الطبيعي (٢٠٠%) فإن سعر الكهرباء يزيد بحدود تصل إلى أكثر من ٦٠%.

في المقابل توجد معارضة ضد هذه الطاقة، وأن العلاقة بين سعر اليورانيوم والكهرباء ليست خطية، بل مرتبطة بالتناقص في كميات اليورانيوم المتاحة، أي قانون العرض والطلب.

ونسبة وجود اليورانيوم ٢٣٥ في الطبيعة لا تزيد عن ٠,٧%، بينما نظيره اليورانيوم ٢٣٨ فتبلغ نسبته ٩٩,٣%، وعند قذف اليوارنيوم ٢٣٥ بنيترون فإنه يكون يورانيوم ٢٣٦ والغير مستقر لينشطر إلى باريوم ١٤١، وكربتون ٩٢ مع انطلاق عدد ٣ نيترون إضافة إلى طاقة إشعاعية مقدراها ٢٠٠ مليون إلكترون فولت، لكن هذه الثلاث نيترونات المنطلقة تدخل في تفاعل مستمر (Chain Reaction) لتحدث انشطار في ذرة اليورانيوم، ويتكرر هذا التفاعل المستمر لينتج ٦٠٠ مليون إلكترون فولت، وهكذا على نحو مستمر مع استمرار التضاعف في الطاقة الإشعاعية الناتجة وإلى حين استنفاذ كمية اليورانيوم ٢٣٥ الداخلة في التفاعل.



شكل رقم (١): الانشطار النووي لليورانيوم ٢٣٥

في الشكل رقم (١) يحدث الانشطار النووي حيث يعطي اليورانيوم ٢٣٥ نيترون واحد ينقسم إلى ذرتين يورانيوم ٢٣٥، والذي يستمر في التفاعل المستمر (المسلسل)، ويورانيوم ٢٣٨ الذي لا يتفاعل يبقى ثابتا، أما يورانيوم ٢٣٥ فينقسم إلى ذرتين كلاهما يورانيوم ٢٣٥، وتستمران في التفاعل على نحو مستمر، مع انطلاق كميات كبيرة من الطاقة.

ويمكن تمثيل الطاقة المنطلقة من الانشطار النووي بالمعادلة ذات الأساس:

الطاقة (E) =

مربع سرعة الضوء (C^2) × الكتلة (M)

$$E = MC^2$$

لذا مع الانشطار يتم احتساب فرق الكتلتين طبقا للمعادلة:

$$\frac{E}{C^2} = M_1 - M_2$$

الأصلية — الناتجة

حيث M_1 = تمثل الكتلة الأصلية و M_2= الكتلة الناتجة

وحيث أن نقص محدود في الكتلة يحدث انبعاثا لكميات هائلة من الطاقة، إذ أن مربع سرعة الضوء يشكل رقم كبير للغاية، لذلك فإن المعادلة $M_1 - C^2$ (M_2) = E تعبر عن كثافة الطاقة التي تحدث من الانفجار النووي.

١.٣ الاندماج النووي:

يمكن أن تحل تكنولوجيا الاندماج النووي عددا من المشكلات القائمة مع تكنولوجيا الانشطار النووي، لكن رغم أن الأبحاث على هذا الأسلوب من الاندماج النووي بدأت منذ الخمسينات من القرن العشرين، إلا أنه لم ينشأ بعد أي مفاعلات لوحدات مولدة للكهرباء في أي من البلدان، ولا يتوقع انتشارها قبل عام ٢٠٥٠، إذ لازالت توجد مشكلات تقنية لإنشاء مثل هذه المفاعلات.

يستخدم الدوتيريوم كوقود لهذه المفاعلات، أو شطائر الهيدروجين، والليثيوم، حيث يقدر أن احتياطي الليثيوم يمكن أن يغطي احتياجات توليد الكهرباء لفترة تمتد ٣٠٠٠ عام، أما الليثيوم إذا كان سيحصل عليه

من مـــاء البحـــار والمحيطـــات فـــيمكن أن يغطـــي الاحتياجات لفترة تمتد إلـــى ٦٠ مليـــون عـــام، أمـــا الدتيريوم إذا كان سيحصل عليه مـــن مـــاء البحـــار والمحيطات فيمكن أن يغطي الاحتياجات لفترة تمتـــد إلى ١٥٠ بليون عام.

٢.٣ الإيجابيات والسلبيات:

الإيجابيات:

١. الطاقة المتولدة من واحد كيلو جرام من اليورانيوم أو الثوريوم إذا ما تم استعادة الوقود مـــع كفـــاءة الاستخدام فإنها تعادل حوالي ٣,٥ مليـــون كيلـــو جرام من الفحم.

٢. التكاليف لمحطة نوويـــة فـــي الظـــروف الحاليـــة تتساوي تقريبا مع إنشاء محطة تعمل بالفحم.

٣. الطاقة النووية لا تنتج أي من الملوثـــات المنبعثـــة عن حرق الوقود الأحفوري، مثال: ثاني أوكـــسيد الكربون، أول أوكسيد النيتـــروجين، أول أوكـــسيد الكربون، ثاني أوكسيد الكبريت، الخارصـــين ... الخ. خاصة عند المقارنة بحرق الفحم.

٤. لا تأثير من المحطـــات النوويـــة علـــى ظـــاهرة الاحتباس الحراري أو الأمطار الحامضية.

٥. الطاقة النووية تصدر من مفـــاعلات ذات تـــأمين جيد، بذلك تكون بعيدة عن التأثر بعوامل التخريب أو الإرهاب أو التغيرات المناخية.

٦. التأمين والسلامة ضد الأخطـــار النوويـــة أصـــبح متعارف عليه ومستخدم وتطبيقه متاح.

٧. أكثر أمانا عند المقارنة بعمليات استخراج الفحم من المناجم.

٨. لتوليد ذات الكمية من الكهرباء فإن الانبعاثات من الطاقة النووية لا تزيد عن ٤% إذا مـــا قورنـــت بالفحم، وفي ذلك تتساوى مع الطاقة المولدة مـــن الرياح، أو الطاقات الجيوحرارية أو المائية.

٩. في دراسة لجامعة ستنافورد أوضحت أن المفاعلات الـــسريعة التوليـــد والمـــسماة (Fast Breeder – Reaction) يمكن أن تستمر في التزويـــد بالطاقـــة لفترة تمتد إلى بلايين السنين، أي مستدامة إلى مـــا لا نهاية.

السلبيات:

١. التشغيل الخاطئ لتصميم سيء لمفاعل نووي، مع عدم وجود أوعية سلامة، يمكن أن يتسبب في عدم إحكام الوقاية، وبالتالي في إحداث مأساة مـــدمرة، مثل مفاعل شرنوبل في أوكرانيا، حيـــث تـــأثرت مناطق واسعة من أوروبا بطاقة إشعاعية متوسطة القوة، بينما تأثرت أجزاء كبيـــرة مـــن أوكرانيـــا، وحوالي خُمس روسيا بإشعاعات قوية ومـــستمرة لفترات زمنية طويلة.

٢. حدوث أي عمليات إرهاب أو تخريـــب لأي مـــن المفاعلات النووية، فإن ذلك يعني التكلفة الكبيـــرة على الأفراد، والبيئة، والاقتصاد، مع انبعاث لأشعة مدمرة وقاتلة.

٣. المخلفات النووية من المفاعلات تصنف بأنها سامة ومشعة، مما يستدعي كفاءة الحفظ والتداول لهـــا، وتقدر الفترة اللازمة لأن ينخفض الإشعاع منها ما يقارب ٣٠٠-٥٠٠ عام. لذا من اللازم مراجعـــة سلامة وصيانة هذه الخزانات. وتوصف هذه بأنها من أهم المشكلات لاستخدام الطاقة النووية.

٤. توجد علاقة واضحة وقوية بين المفاعلات النووية لإنتاج الكهرباء، وبين إنتـــاج القنابـــل والأســـلحة النووية. وذلك لتوفر وسعة ما تحتوي عليـــه هـــذه

المفاعلات من تسهيلات ومعدات تحتوي على اليورانيوم.

٥. غالبا ما تنشأ المفاعلات النووية بالقرب من حدود البلدان، مما يعني أن الحوادث تؤثر على البلدان المجاورة.

٤- الطاقات المتجددة:

البدائل المطروحة لتحل مكان الوقود الأحفوري أو النووي، تشمل الآتي:

- الكتلة الحيوية
- الوقود الحيوي
- الزيوت النباتية
- الطاقة الجيوحرارية
- الطاقة من المساقط المائية
- الطاقة الشمسية
- المد والجزر
- طاقة الرياح

١.٤ الكتلة الحيوية:

وتشمل الآتي:

١. تحلل القمامة العضوية لإنتاج غاز الميثان (الغاز الطبيعي) الذي يتم جمعه ونقله بالأنابيب للاستفادة به، سواء بالاستخدام المباشر، أو كمصدر حراري لتوليد الكهرباء، أو لتصنيعه بتكنولوجيات (GTL)، حيث يمكن إنتاج مختلف أنواع الوقود السائل.

٢. النباتات والزراعات المختلفة، حيث يمكن حرقها مباشرة، أو إدخالها للتخمير لينتج منها كحول الايثانول.

٣. الزيوت النباتية، حيث تتميز عن أنواع الوقود الأحفوري بارتفاع نقطة الوميض، أي أكثر أمانا. كما يمكن استخدامها في إدارة محركات الديزل، وذلك بعد رفع درجة حرارة هذه المحركات، أو إدخالها لتفاعل الأسترة، لإنتاج وقود البيوديزل، والذي يتماثل على نحو جيد مع وقود الديزل، وحيث تحمل المسمى استر ميثيل الأحماض الدهنية أو ايثيل الأحماض الدهنية (Fatty - Acid Methyl (ethyl) Ester (FAEE) & (FAME))، حيث يخلط الزيت مع هيدروكسيد الصوديوم والكحول الميثيلي (أو الايثيلي)، لينتج من التفاعل البيوديزل مصاحبا له الجلسرين، بنسبة ١٠:١ بيوديزل.

ويفضل استخدام النباتات الحية إذ أنها تعطي ١٠-١٠٠ ضعف ما تعطيه النباتات التي جفت وماتت.

ويمكن استخدام الدهون الحيوانية إلى جانب العديد من أنواع الزيوت النباتية، مثال زيت الصويا، الخروع، الجازوفا، الماهويا، عباد الشمس، زيت النخيل ...الخ.

١,١,٤ الإيجابيات والسلبيات:

الإيجابيات:

١. الاستفادة بالمخلفات العضوية والنباتية، بما يؤكد أن المصادر القائمة على الأرض يمكن الاستفادة بها جميعا.

٢. الاستفادة بها بديلا عن الوقود الأحفوري، مما يعني إطالة فترات بقاءه على الأرض.

٣. تتوفر المصادر من الكتلة الحيوية على الأرض بكثرة وعلى نحو متجدد، ونظريا لن يحدث نفاذ للمخلفات العضوية، مما يعني الاستفادة بها كوقود،