الفصل الثاني:

مصادر الطاقة

مصادر الطاقة

1. تمهيد:

تم التطرق في المحاضرة السابقة الى بعض معايير تصنيف مصادر الطاقة وتم التمييز بين اشكال الطاقة ومصادرها ؛ وحسب المعيار الأول فإن مصادر الطاقة تصنف الى مصادر طاقة ناضبة ومصادر طاقة متجددة وسيتم التطرق الى هذه المصادر من خلال هذا الفصل.

2. مصادر الطاقة الناضبة:

أ. النفط:

- **ماهية النفط:**

هو عبارة عن مواد هيدروكربونية سائلة دهنية لها رائحة خاصة وتتباين الوانه ما بين الأسود المخضر الى البني والاصفر، كما تختلف لزوجته وكثافته من منطقة الى أخرى.

يحتوي النفط على بعض الشوائب كالكبريت والاكسجين والنيتروجين والماء والاملاح وكذلك بعض المعادن مثل الحديد والصوديوم[1].

لقد عرف الانسان النفط منذ قديم الازل في مصر وفارس، حيث استخدم في أغراض التدفئة والاضاءة ورصف الطرق، ولكن صناعة النفط بصورتها الحديثة والمعروفة الان لم تعرف إلا في منتصف القرن التاسع عشر، وذلك حين حفر دريك أول بئر في ولاية بنسلفانيا الامريكية عام 1859[2].

ويصنف النفط الخام الى ثلاثة أنواع رئيسية وان كانت تتقارب فيما بينها:

- النفط البارافيني: الذي يحتوي على شمع البرافين، ويعطي قدرا ممتازا من الشمع ومن الزيوت الممتازة.
- النفط الاسفلتي: الذي يحتوي على قدر قليل من شمع البرافين ونسبة عالية من المواد الاسفلتية.

[1] سالم عبد الحسن رسن، **اقتصاديات النفط**، ط1، الجامعة المفتوحة، طرابلس، ليبيا، 1999، ص.ص 39-40 بتصرف.

[2] حمد بن محمد آل الشيخ، مرجع سابق، ص 70.

- النفط الخليط: الذي يحتوي على كميات كبيرة من شمع البرافين والمواد الاسفلتية.

ملاحظة: يتم التعبير عن كثافة النفط عالميا باستخدام مقياس معهد البترول الأمريكي API حيث:

درجة API = $\frac{141.5}{\text{درجة الكثافة النوعية عند حرارة } 60° \text{ف}} - 131.5$. فمثلا النفط الخام الذي تبلغ كثافته النوعية 0.855 يعادل درجة 34 (API) هو النفط السعودي المعروف بنفط القياس standard oil.

يعبر مقياس API عن جودة النفط الخام التي تنعكس على سعره، فكلما ارتفعت درجة API كان النفط أخف وذو جودة عالية مثل نفط شمال افريقيا ونفط حقل الحلوة في المملكة العربية السعودة الذي تتراوح درجته من 40 الى 50 على مقياس API. وهكذا الى ان نصل الى النفط الخام الثقيل الذي تصل درجته الى 22 على مقياس API[1].

- **مراحل الصناعة النفطية:**

تمر صناعة النفط بالعديد من المراحل نوجزها فيما يلي[1]:

- **مرحلة البحث والتنقيب:** وهي المرحلة المتضمنة على مختلف الدراسات التحليلية والاعمال التطبيقية وفي الجوانب الفنية والجيولوجية والاقتصـــادية والتكنلوجية، والهادفة نحو معرفة وتحديد تواجد الثروة النفطية ســـواء أكان من ناحية كمياتها وانواعها ونوعيتها وموقعها الجيولوجي والجغرافي، وكذا مدى ســلامة واقتصــادية الاســتغلال الاقتصــادي لتلك الثروة الطبيعية.

يمكن تلخيص أهم طرق التنقيب عن النفط فيما يلي: المسح الجوي والاستشعار عن بعد، المسح الجيولوجي السطحي، طريقة المسح الجيوفيزيائي، الحفر الاستكشافي.

- **مرحلة الاســـتخراج أو الإنتاج:** وهي مرحلة تهدف إلى اســـتخراج النفط الخام من باطن الأرض ورفعه إلى ســطح الأرض ليكون جاهزا أو صــالحا للنقل والتصــدير والتصــنيع في الأماكن القريبة أو البعيدة وفي داخل المنطقة أو البلد أو خارجه.

[1] محمد أحمد الدوري، **محاضرات في الاقتصاد البترولي**، ديوان المطبوعات الجامعية، عنابة، الجزائر، 1983، ص.ص 4-5 بتصرف.

- **مرحلة النقل:** وهي المرحلة الهادفة إلى نقل النفط أو الغاز من مناطق إنتاجها إلى مناطق تصديرها أو تصنيعها التكريري ويتم التمييز بين النقل البري والبحري فلكل فنياته وتقنياته الخاصة به.
- **مرحلة التكرير أو التصفية:** وهي المرحلة الهادفة إلى تصنيع النفط في المصافي التكريرية بتحوليه من صورته الخام إلى أشكال من المنتجات السلعية النفطية المتنوعة والمعالجة لسد وتلبية الحاجات الإنسانية إليها مباشرة أو للعمليات التصنيعية لمراحل صناعية لاحقة ومتعددة ؛ وهذه المنتجات المتنوعة بعضها أساسي أو رئيسي وبعضها ثانوي وبعضها خفيف كالبنزين والكيروسين وبعضها ثقيل كالإسفلت أو الشمع مثلا و بعضها متوسط...الخ.

- **مرحلة التسويق والتوزيع:** وهي المرحلة الهادف الى تسويق وتوزيع النفط بصورته خاما أو منتجات نفطية إلى مناطق استعماله واستهلاكه وعلى الصعيد الوطني أو الإقليمي أو العالمي.

ب. الغاز الطبيعي:

- **ماهية الغاز الطبيعي:**

الغاز الطبيعي هو خليط من الهيدروكربونات منها أساسا الميثان، البروبان والبوتان، ويظهر متحدا مع النفط في آباره أو ذائبا فيه، أو يوجد منفصلا في حقول غازية، كما يمكن استخلاص الغاز الطبيعي صناعيا من الفحم[1].

- **مراحل الصناعة الغازية:** تمر صناعة الغاز الطبيعي بالعديد من المراحل نوجزها فيما يلي:

- **مرحلة البحث والتنقيب: (بنفس التقنيات السابقة للنفط)**

تجدر الإشارة أنه تم حفر أول بئر غازية ناجحة في ولاية نيويورك عام 1821، أي قبل خمسة وثلاثين سنة من بئر دريك النفطية الشهيرة في شمال بنسلفانيا.

- **مرحلة الاستخراج، الإنتاج والمعالجة:** تحتاج مرحلة الاستخراج إلى تكاليف استخراج وتجميع الغاز الطبيعي عن طريق محطات للتجميع ليدخل إلى مصنع الإنتاج والمعالجة.ويتم في

[1] حمد بن محمد آل الشيخ، مرجع سابق، ص 82.

المصانع معالجة نوعين من الغازات، وهما الغازات المنتجة من حقول الغاز الطبيعي، والغازات المنتجة المصاحبة للنفط.

- **نقل الغاز الطبيعي وتمييعه:** يتم نقل الغاز الطبيعي من خلال أنابيب مدفونة تحت الأرض أو موجودة على السطح. وعكس النفط الذي يكون سائل فإن الغاز الطبيعي يكون قابل للضغط وهذا ما يعني أنه لابد من طاقة كبيرة ومجموعة من المحطات المنتظمة والمرتبة للضخ ليتم دفعه لمسافات طويلة في الأنابيب وهذه الأخيرة تكون ذات أقطار كبيرة.

ومن أجل المسافات الطويلة أكثر من 2000 أو 3000 كم يكون النقل البحري أكثر اقتصادية من النقل البري، إذ يكون الغاز في هذه الحالة على شكل سائل (مميع)، وتسمى البواخر الخاصة التي تقوم بنقله ناقلات الغاز الطبيعي (méthaniers)[1].

ج. الفحم الحجري:

- **ماهية الفحم الحجري:**

الفحم الحجري صخر أسود أو بني اللون قابل للاشتعال والاحتراق، ويوجد في طبقات أرضية أو عروق، يتكون أساسا من الكربون، بالإضافة الى نسبة متفاوتة من عناصر أخرى يتصدرها الهيدروجين، كبريت، أكسجين ونيتروجين بالإضافة لعناصر أخرى.

إن الاستخدام الواسع والعملي للفحم الحجري بدأ في النصف الثاني من القرن الثامن عشر وبالتحديد منذ عام 1769 عندما اكتشفت القوة البخارية وهي بداية الانقلاب الصناعي.

وبقي الفحم يتربع على عرش مملكة القوى منذ ذلك الحين وطوال نحو قرنين من الزمان او يزيد مساهما بنحو 90%من مصادر الطاقة حتى مطلع القرن العشرين، ورغم المنافسة الشديدة التي لقيها من النفط منذ مطلع القرن العشرين، الا انه لم يتخل عن مركزه القيادي إلا مع مطلع الستينيات منه ليحل محله النفط على عرش الطاقة[2].

- **أساليب استخراج الفحم ومعالجته[3]:**

---

[1] أمال رحمان، **دور الغاز الطبيعي في تحقيق التنمية المستدامة في الأقطار العربية**، الملتقى الدولي الثاني حول الطاقات البديلة: خيارات التحول وتحديات الانتقال، جامعة العربي بن مهيدي، أم البواقي، الجزائر، 18-19 نوفمبر 2014، ص 2. بتصرف.

[2] جمعة رجب طنطيش وآخرون، مرجع سابق، ص.ص 67-68.

[3] أمال رحمان، **مستقبل الصناعة النفطية في ظل التنمية المستدامة –حالة الجزائر–**، أطروحة دكتوراه، علوم اقتصادية، جامعة ورقلة، الجزائر، فيفري 2014،ص.ص 158-159 بتصرف.

- **استخراج الفحم:** توجد طريقتان لاستخراج الفحم، وتتمثل الطريقة الأولى في استخلاصه من على سطح الأرض، وتتمثل الطريقة الثانية في استخراجه من باطن الأرض.
- **معالجة الفحم:**

➢ **تحويل الفحم إلى غاز:** إن تغويز الفحم، أي تحويله إلى غاز، يؤدي إلى إنتاج الغاز الاصطناعي (Syngas) الذي يعتبر خليطا من أول أكسيد الكربون (CO) والهيدروجين (H2).

➢ **تسييل الفحم:** يمكن أيضا تحويل الفحم إلى وقود سائل مثل الغازولين أو الديزل. وتوجد طريقتان مختلفتان لتسييل الفحم، وهما: التسييل المباشر، والتسييل غير المباشر.

د. الطاقة النووية:

- **تعريفها:**

إن الطاقة النووية هي تلك الطاقة المستمدة من الانشطار النووي Nuclear Fission حينما تنشطر نواة المواد الثقيلة كاليورانيوم بقذفها بالنيوترونات، الأمر الذي يولد سلسلة من التفاعلات تنتج طاقة هائلة، إذ تقذف ذرة اليورانيوم بنيوترون فتنقسم إلى عنصرين أصغر (باريوم Barium وكريبتون Krypton) بالإضافة إلى ثلاث نيوترونات سريعة جدا تصطدم بذرات ثلاث من اليورانيوم 235، وهكذا دواليك.

والطاقة النووية أيضا هي تلك الطاقة المستمدة من الاندماج النووي Nuclear Fusion حينما تنصهر نظائر مواد خفيفة تحت درجة حرارة وضغط مرتفعين جداً حتى يلتحما ليشكلا نواة ثقيلة؛ ونتيجة ذلك تتوالد طاقة هائلة أعظم بكثير من طاقة الانشطار النووي[1].

وتتمتع الطاقة النووية بعدة مزايا مقارنة مع الوقود الاحفوري، فهي لا تؤدي الى أي انبعاث لأكسيد الكربون أو بقية الغازات الأخرى المسببة لظاهرة الاحتباس الحراري. ولان العالم يمضي قدما للحد من هذه المعضلة، وتزداد القيود المفروضة على الانبعاثات فان الاهتمام الطاقة النووية قد بدأ من جديد، إضافة الى ذلك فان للطاقة النووية ميزة أخرى هي أنها لا تتسبب بأي ملوثات أخرى مثل أكاسيد الازوت والكبريت والجزيئات الدقيقة التي تسبب الضرر للصحة العامة.

[1] أيوب أبو دية، **الطاقة النووية ما بعد فوكوشيما**، دون دار نشر، الأردن، 2011، ص.ص 5-6.

- **احتياطي اليورانيوم وانتاج الطاقة النووية:**

عند دراسة مصادر اليورانيوم لابد من التمييز بين المصادر التقليدية والمصادر غير التقليدية، ويقصد بالمصادر التقليدية تلك المصادر التي يتم منها استخراج اليورانيوم كناتج أساسي في عمليات التعدين أو ناتج مصاحب أو ناتج ثانوي بكميات هائلة. وتمثل توضعات اليورانيوم الجيولوجية أهم المصادر التقليدية لاستخراج اليورانيوم. أما مصادر اليورانيوم غير التقليدية فيتركز معضمها في الفوسفات، يتطلب إنتاجه أولا تحويل الفوسفات إلى حامض الفوسفوريك بالطريقة الرطبة وبعد ذلك يستخرج اليورانيوم كناتج ثانوي وينتج اليورانيوم حاليا بهذه الطريقة في الولايات المتحدة الأمريكية[1].

تنتج مفاعلات القوى النووية الطاقة عبر استهلال تفاعل نووي متسلسل والتحكم فيه. وثمة حاليا أكثر من 400 مفاعل من هذا القبيل في 30 بلدا توفر حوالي 11% من الكهرباء في العالم[2].

اتسعت قدرة توليد الطاقة النووية في العالم في عام 2015 حيث بلغت 382.9 جيغاوات (كهربائي). وازداد عدد مفاعلات القوى النووية العاملة إلى 441منها 10 مفاعلات جديدة تم توصيلها بالشبكة في نهاية السنة وهو أكبر عدد يتم توصيله بالشبكة الكهربائية منذ عام 1993. وبدأت خلال السنة أعمال تشييد سبعة مفاعلات ليصل بذلك مجموع عدد المفاعلات الجاري تشييدها في كل أنحاء العالم 67 مفاعل وأغلقت سبعة مفاعلات بصفة دائمة[3].

إن هذه المفاعلات النووية المنتشرة في العالم تنتج 2525 تريليون وات ساعة من الطاقة الكهربائية سنويا وتستهلك حوالي 66658 طن من اليورانيوم الطبيعي، الأمر الذي سوف يؤدي إلى نضوب الاحتياطي العالمي من اليورانيوم خلال 53 سنة، على افتراض أن كميات اليورانيوم القابلة للتعدين بربحية معقولة تقترب من أربعة ملايين طن. وهذه الفترة تتزامن مع تاريخ نضوب النفط على صعيد عالمي. وربما سيكون نضوب اليورانيوم أسرع إذا اتجهت المفاعلات النووية لإنتاج غاز الهيدروجين لتزويد مركبات المستقبل بهذا الغاز أو ربما لتحلية المياه لغايات سد حاجة بعض الدول، إذ سوف يتسارع نضوب المادة الخام بوتيرة أعلى إذا تم استخدام الكهرباء لتحلية مياه البحر[4].

---

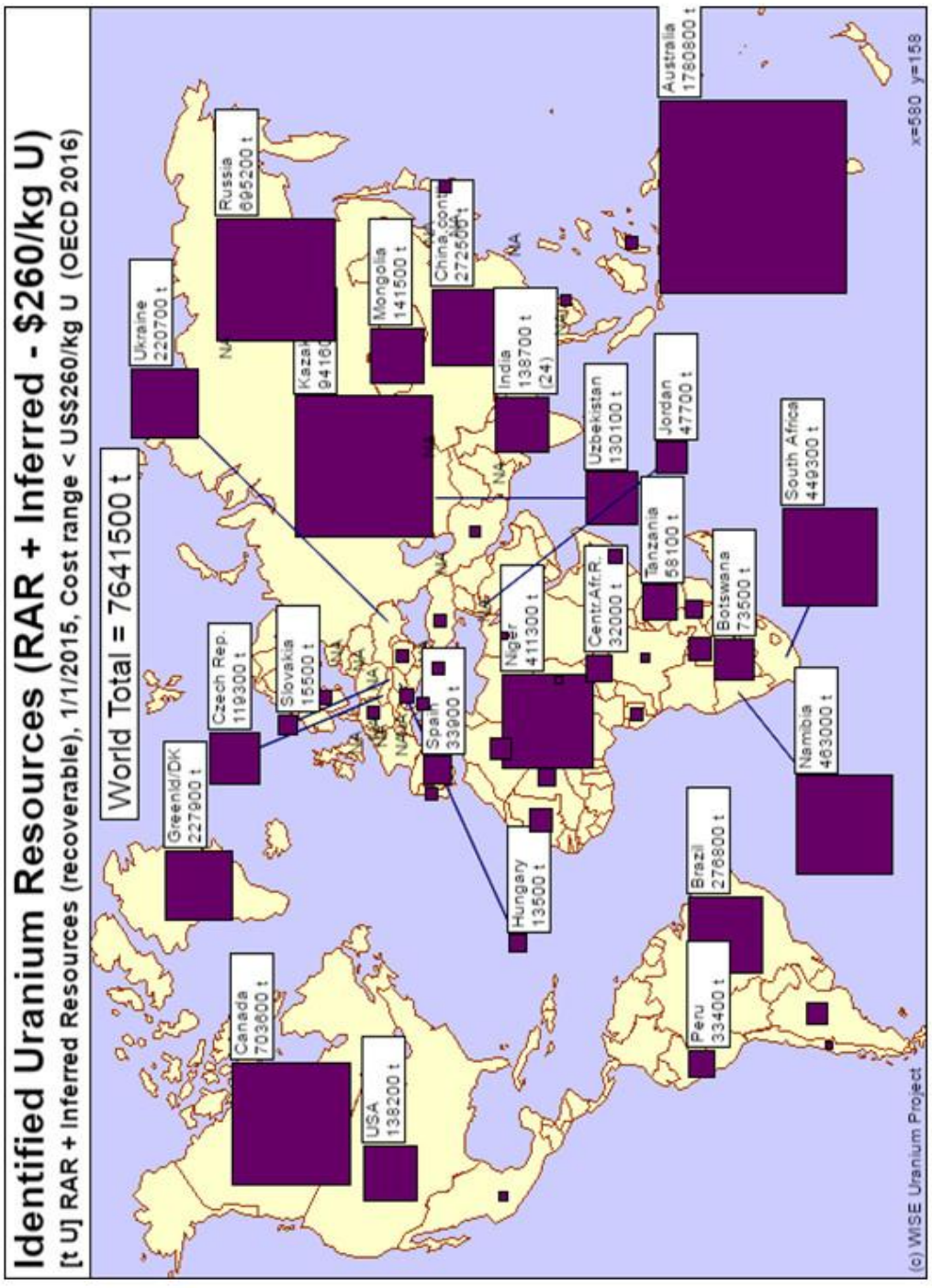
[1] ادارة الشؤون الفنية (اوابك)، **مستقبل مصادر الطاقة عربيا وعالميا**، مؤتمر الطاقة العربي السابع، القاهرة، مصر، 11-14 ماي 2002، ص.ص 40-42 بتصرف.

[2] 17/04/2018, International Atomic Energy Agency, **Nuclear power reactors,** https://www.iaea.org/topics/nuclear-power-reactors

[3] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، **التقرير السنوي لعام 2015**، النمسا، 2016، ص1.

[4] أيوب أبو دية، مرجع سابق، ص 29.

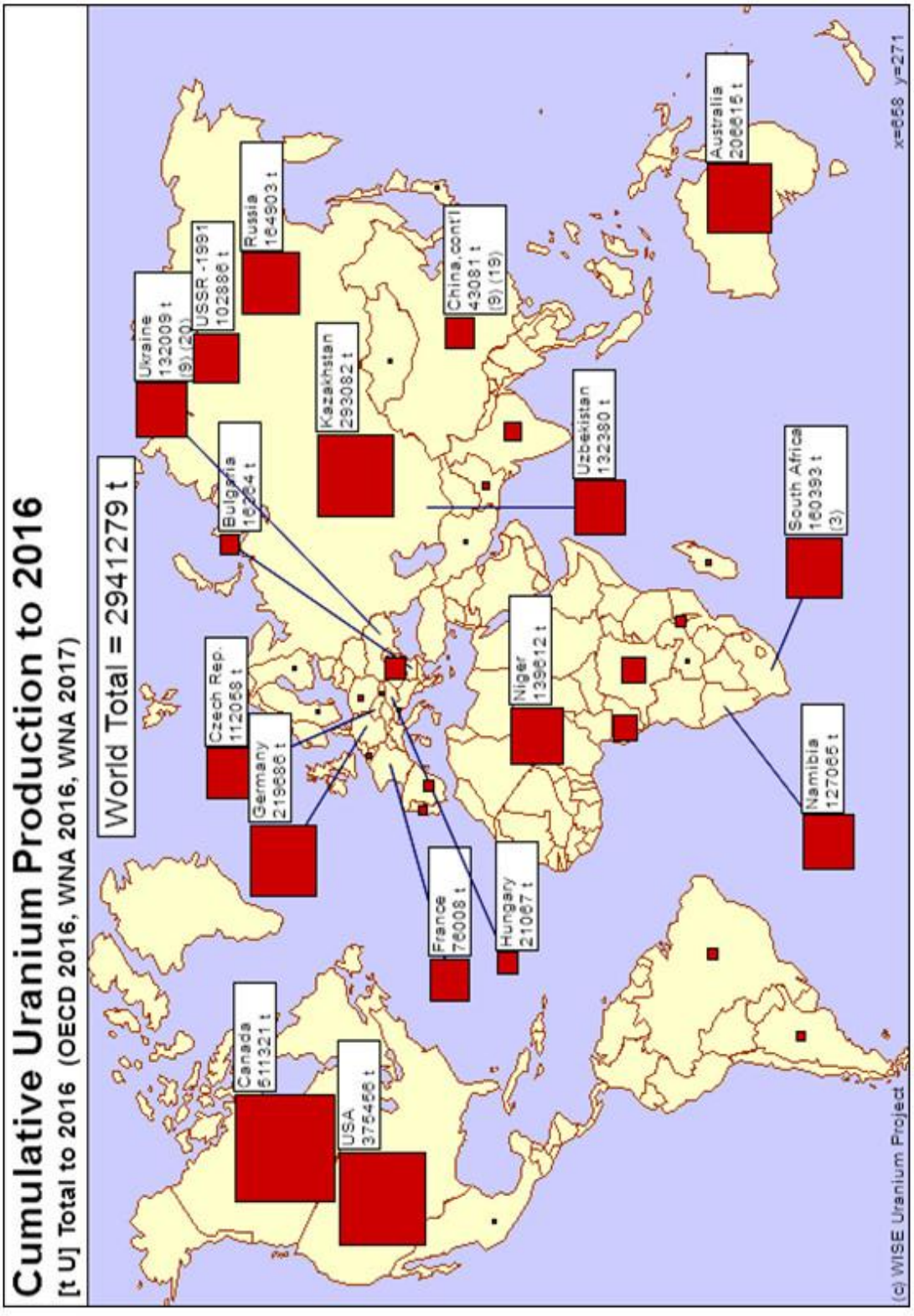
والشكل الموالي يوضح لنا احتياطي اليورانيوم المتراكم في العالم حتى عام 2015:



الشكل رقم (2-1): احتياطي اليورانيوم المتراكم في العالم حتى عام 2015.

Source : 17/04/2018,World information service on energy, Uranium Maps and Statistics, http://www.wise-uranium.org/umaps.html

أما الشكل الموالي فيوضح الإنتاج التراكمي من اليورانيوم حتى عام 2016:



الشكل رقم (2-2): الإنتاج التراكمي من اليورانيوم حتى عام 2016

Source : Ibidem.

3. مصادر الطاقة المتجددة:

أ. مفهوم الطاقة المتجددة:

بما أن الطاقة المتجددة تعتبر من المجالات والتخصصات العلم

ية الحديثة حيث يعود تاريخ الاهتمام بالطاقة المتجددة كمصدر للطاقة في بداية الثلاثينات حيث تركز التفكير حين ذاك على إيجاد مواد وأجهزة قادرة على تحويل طاقة الشمس إلى طاقة كهربائية وقد تم اكتشاف مادة تسمى السيلينيوم التي تتأثر مقاومتها الكهربائية بمجرد تعرضها للضوء وقد كان هذا الاكتشاف بمحض الصدفة حيث أن أساس البحث كان لإيجاد مادة مقاومتها الكهربائية عالية لغرض تمديد كابلات للاتصالات في قاع المحيط الأطلسي. اضافة الى ان استخدام طاقة الرياح كأساس في انتاج الطاقة للطواحين قديمة في اوروبا.

وتعرف الطاقة المتجددة بأنها أي شكل من أشكال الطاقة من المصادر الشمسية والجيوفيزيائية والأحيائية التي تجدد تلقائيا بفعل الطبيعة بوتيرة تساوي أو تفوق وتيرة نضوبها. ويحصل على الطاقة المتجددة من تيارات الطاقة المستمرة والمتكررة الموجودة في البيئة الطبيعية، وتضم التكنولوجيات ذات الحمولة القليلة من الكربون كالطاقة الشمسية، والطاقة المائية، والرياح، والمد والجزر، والطاقة الحرارية الأرضية، فضلا عن الوقود المتجدد كالكتلة الأحيائية. ولمزيد من التفاصيل، أنظر أنواع الطاقة المتجددة الخاصة في هذا المسرد، على سبيل المثال، الكتلة الأحيائية، الطاقة الشمسية، والطاقة المائية، والطاقة من البحار، والطاقة الحرارية الأرضية، وتلك المستمدة من الرياح[1].

إن الطاقة المتجددة لها العديد من التفسيرات، إلا أنه يمكن تحديد ذلك بثلاثة مكونات [2]:

- **الطاقة المتجددة التقليدية (غير التجارية):**

وهي من مصادر الطاقة التي كانت شائعة في القرون الماضية خاصة قبل ظهور النفط وتعتمد على استعمال مواد الكتلة الحية biomass التي تنتج وتجمع محليا (مثل مخلفات المحاصيل، والخشب، وروث الحيوانات... الخ) وعلى الرغم من أن معظم دول العالم قد انتقلت بسرعة من استعمال هذا المصدر إلى استعمالات الطاقة الأحفورية منذ بدء استعمال الفحم في القرن التاسع عشر وانتشار استعمال النفط في القرن العشرين، إلا أن الطاقة المتجددة التقليدية القائمة على الكتلة الحية

[1] يوبا سوكونا وآخرون، **مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ**، ملخص لصانعي السياسات وملخص فني، الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، 2011، ص 166.

[2] هشام الخطيب، **مصادر الطاقة المتجددة: التطورات التقنية والاقتصادية (عربيا وعالمياً)**، مؤتمر الطاقة العربي الثامن، الأردن، 2006.ص 1-2.

لا تزال مصـدرا وحيدا للطاقة لأكثر من 2 مليار نسـمة يعيش معظمهم في جنوب آسـيا وفي أواسـط إفريقيا. وتصـل كمياتها المسـتعملة إلى أكثر من 1110 مليون طن مكافئ نفط (م.ط.م.ن) سـنويا وبالتالي فإنها تشـكل حوالي 10% من المصـادر الأولية للطاقة العالمية والتي تقدر بحوالي 11500 مليون طن مكافئ للنفط علما بأنه من الصـعب جدا تقدير كميات الكتلة الحية عالمياً، وهذه الأرقام هي الأرقام العالمية التقديرية فقط.

- **مصادر الطاقة المتجددة الجديدة:**

وتشمل هذه ما طوّر حديثا من الوقود الحيوي biofuels، وطاقة الرياح والطاقة الشمسية، وطاقة المحيطات والطاقة الجوفية.

- **الطاقة المائية (الكهرومائية) من السدود وانسياب الأنهار.**

وبصـفة عامة تعتبر الطاقات المتجددة مصـدرا نظيفا للطاقة لا ينتج عنه ملوثات بيئية، كما أن بعضـها يمكن اسـتخدامه بشـكل دائم على مدار اليوم مثل طاقة المحيطات والوقود الحيوي، وبعضـها متقطع مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، وذلك لارتباطهما بظواهر مناخية تتغير على مدار الوقت. وتعد موارد وتكنولوجيات الطاقة المتجددة مكونا رئيسيا للتنمية المستدامة لثلاثة أسباب رئيسية[1]:

- إنها تسبب بشكل عام تأثيرا بيئيا أقل من مصادر الطاقة الأخرى. توفر مجموعة موارد الطاقة المتجددة مجموعة مرنة من الخيارات لاستخدامها.
- لا يمكن استنفادها إذا تم استخدامها بعناية في التطبيقات المناسبة، يمكن لموارد الطاقة المتجددة توفير إمدادات موثوقة ومستدامة من الطاقة إلى أجل غير مسمى تقريبا. في المقابل، تتناقص موارد الوقود الأحفوري واليورانيوم عن طريق الاستخراج والاستهلاك.
- تفضل نظام اللامركزية والحلول المحلية المستقلة إلى حد ما عن الشبكة الوطنية، مما يعزز مرونة النظام ويوفر فوائد اقتصادية للسكان المعزولين الصغار. وأيضًا، يقلل الحجم الصغير للمعدات من الوقت المطلوب من التصميم الأولي إلى التشغيل، مما يوفر قدرًا أكبر من القدرة على التكيف في الاستجابة للنمو غير المتوقع و/أو التغيرات في الطلب على الطاقة.

ب. تكنولوجيا الطاقة المتجددة:

تستطيع أنواع متعددة من الطاقة المتجددة توفير الكهرباء، والطاقة الحرارية والطاقة الميكانيكية، وكذلك إنتاج وقود قادر على الوفاء باحتياجات خدمات الطاقة المتعددة. ويمكن نشر بعض تكنولوجيات

[1] Ibrahim Dincer, Marc A. Rosen, op cit, p 67.

الطاقة المتجددة عند نقطة الاستخدام (لا مركزية) في البيئات الريفية والحضرية، بينما هناك نقاط أخرى منتشرة أساسا في إطار شبكات الطاقة الكبيرة (مركزية). بالرغم من أن هناك عدد متنام من تكنولوجيات الطاقة المتجددة المكتملة فنيا وتنشر بمعدل ملحوظ، هناك تكنولوجيات في مراحل أولى من النضج التكنولوجي والانتشار التجاري أو تشغل حيزا متخصصا في الأسواق[1].

وسوف نستعرض فيما يلي بعض من تكنولوجيات الطاقات المتجددة وبيان وضعها الحالي والمستقبلي المتوقع على الصعيد العالمي[2]:

- **الطاقة الشمسية:**

تستخدم الطاقة الشمسية مباشرة في العديد من التطبيقات منها: التدفئة، إضاءة المباني، تسخين المياه، إنتاج البخار، وفي إعذاب وضخ المياه، وفي توليد الكهرباء حراريا وتتوقع الجهات الدولية أنه بحلول عام 2025 سوف تسهم النظم الشمسية الحرارية لتوليد الكهرباء بحوالى 130 جيجاوات. أيضا تستخدم الطاقة الشمسية في إنتاج الكهرباء مباشرة عن طريق الخلايا الفوتوفلطية، وكنتيجة للأبحاث المستمرة انخفضت تكلفة إنتاج الطاقة من 100 سنت دولار/ك.و.س في عام 1980 إلى حوالي 15 سنت دولار/ك.و.س في الوقت الراهن (الخياط). ويذكر اتكين أن حجم المبيعات العالمي للخلايا الفوتوفلطية بلغ 3.5 مليار دولار في عام 2002 ومن المتوقع أن تصبح 27.5 مليار دولار بحلول عام 2012.

- **طاقة الرياح:**

تشير المراجع العلمية والمخطوطات التاريخية إلى أن الفُرس هم أول من استخدم طاقة الرياح في إدارة الطواحين لطحن الحبوب وضخ المياه. وقد بلغ إجمالي القدرات المركبة من توربينات الرياح عالميا إلى ما يزيد عن 48 ألف ميجاوات في نهاية عام 2005، وذلك بمتوسط زيادة سنوي مقداره 28% للفترة من عام 2000 حتى 2005، ويعد هذا مؤشرا إيجابيا ينافس ثورة الاتصالات التي حدثت في العقدين الأخيرين، مما ساعد في خفض تكلفة الطاقة المنتجة من 40 سنت دولار/ك.و.س عام 1980 إلي أقل من 5سنت دولار/ك.و.س. يصل عدد الدول التي تستخدم طاقة الرياح في إنتاج الطاقة الكهربية إلى 45 دولة، وينافس سعر الكهرباء المنتجة من الرياح سعر الكهرباء المنتجة من

[1] يوبا سوكونا وآخرون، مرجع سابق، ص 7.

[2] محمد مصطفى الخياط، **الطاقة البديلة ... تحديات وآمال، مجلة السياسة الدولية**، مؤسسة الاهرام، عدد 164، مجلد 41، أفريل 2006، ص.ص 6-7.

محطات القوي المعتمدة على الوقود الأحفورى وبخاصـــة في الدول التي لا تقدم دعما لهذا الوقود، ويتوقع تغطية 12% من احتياجات الكهرباء العالمية بواسطة توربينات الرياح بحلول عام 2020.

- **طاقة الكتلة الحية:**

كان تحكم الإنسان بالنار خطوة عظيمة في تاريخ البشرية، خطوة مكنت الإنسان من طهي طعامه وتدفئة منزلة، ولهذه الأغراض استخدم الإنسان ولا يزال الأخشاب والزيوت النباتية والسماد الطبيعي المستقي من فضلات الحيوانات وغير ذلك. وللحصول على الطاقة الضرورية لحرث التربة ونقل البضائع استخدم الإنسان الحيوانات، بل واستخدم القوة البشرية ذاتها، هذه القوة يستمدها الإنسان مما يتناوله من مواد غذائية، وهو ما يجعل المصـــادر الحيوية أو البيولوجية أهم مصـــدر للطاقة. وحاليا تشـــارك الطاقة الحيوية بنســـبة 11% من الطاقة الأولية، وإلى جانب فوائدها البيئية فهي متوافرة ولا يخشى من محدوديتها (اتكين).

- **طاقة حرارة باطن الأرض:**

يصـف هاموند طاقة حرارة باطن الأرض بأنها أحد أهم مصـادر الطاقة، ويري العلماء أنها تكفي لتوليد كميات ضخمة من الكهرباء في المستقبل، فمنذ آلاف السنين استمد منها الإنسان الحرارة، ثم في إنتاج الكهرباء على مدار التسعين عاما الماضية، ويذكر اتكين أن طاقة حرارة باطن الأرض تعد مصدرا أساسيا للطاقة المتجددة لنحو 58 دولة منها 39 دولة يمكن إمدادها بالكامل بنسبة 100% من هذه الطاقة.

- **الهيدروجين:**

تمثل خلايا الوقود رهانا مســـتقبليا يماثل جودة أي مصـــدر آخر للتزود بالطاقة، فهي تعمل بالهيدروجين الذي يمكن الحصول عليه من الوقود الأحفورى أو المصادر المتجددة، وقد بدأت العديد من دول العالم باســـتخدام خلايا الوقود في تطبيقات مختلفة، ومازالت الأبحاث مســـتمرة لتحســـين اقتصادياتها ولتنافس المحركات التقليدية.

- **الطاقة المائية/الطاقة الكهرومائية:**

إن الطاقة الكهرومائية مصدر رئيسي لإنتاج الطاقة على المستوى العالمي حيث يصل إنتاجها إلى حوالي 3000 تيرواط ساعة (TWh) عام 2002 وبالتالي فهي تشكل حوالي 18% من إنتاج الكهرباء في العالم، كما أن نموها خلال السنوات الأخيرة كان أعلى قليلا من معدل نمو الطلب على الطاقة عالميا. وتوجد في العالم مصـــادر واســـعة جدا لزيادة اســـتغلال الطاقة المائية إلا أن تكاليفها

وبعدها عن مصـــادر الاســـتهلاك يحول بينها وبين الاســـتثمار. كذلك فإن الطاقة المائية تعاني من مشاكل بيئية كبيرة ناتجة من غمرها لمناطق واسعة مما يتطلب تحريك وإعادة إسكان أعداد كبيرة من الناس بعد تنفيذ السدود[1].

[1] هشام الخطيب، مرجع سابق، ص5.