محاضرات في مقياس: إشكالية الطاقة في العالم

ماستر دراسات أمنية وإستراتيجية

أ. فايزة صحراوي

المحاضرتين الأولى والثانية: مدخل مفاهيمي

1- تعريف مفهوم الطاقة:

يعد توماس يونج Thomas Young الرائد الأول في استخدام مصطلح (طاقة)، وكان ذلك سنة 1830 مستخدما إياها في أغراض محددة بالذات. تعني كلمة طاقة "النشاط"، وهي ترجمة لكلمة (Energy) باللغة الإنجليزية المشتقة من المصطلح اليوناني القديم (Energos) التي يقصد بها "نشيط". وفي اللغة العربية، الطاقة هي القدرة على الشيء، ويقال طاقة، طوقا، أطاقة. إن هذه التسمية لم تلبث أن شاعت وانتشرت في الأحاديث اليومية والدراسات البحثية، وأضحت كلمة طاقة اليوم من أكثر المصطلحات تداولا، خاصة في الظروف الراهنة والقضايا الشائكة المتعلقة بالمجتمع العالمي والأمن الدولي.

بشكل عام، يبدو من غير السهل تعريف مفهوم الطاقة، وإن كان يمكن وصفها في المجمل على أنها القدرة على أداء الشغل، علما أن مصطلح (الشغل) لا يعني نفس الشيء بالنسبة للإنسان في الحياة اليومية وكذلك بالنسبة لعالم الفيزياء. فالطاقة ليست شيئا يمكن إدراكه بالحواس دائما، كما أنها قد تظهر في أشكال متعددة مثل طاقة الحركة أو في شكل حرارة أو ضوء، وقد تظهر في سريان التيار الكهربائي أو في شكل طاقة نووية أو غيرها من الأشكال الطاقوية الموجودة. من هنا، استخدم العلماء كلمة (طاقة) باعتبارها الأنسب والأكثر ملاءمة لوصف قدرة أي شيء على أداء الشغل. وهذا يشير إلى أن الشيء ذا الطاقة، يمكن أن يؤخذ على أنه شيء يحتوي شغلا داخله، إذ ينبغي التأكيد مرة أخرى على أن الطاقة ليست شيئا باستطاعتنا اكتشافه دوما بالأحاسيس أي التماسه. فالطاقة تتبدى في صيغ متنوعة ومتعددة، وقد تكون طاقة حركية أو كامنة.

على نحو أكثر دقة، تعني الطاقة الخاصية أو القدرة على توليد الحركة، وبينما تعرف الطاقة على أنها القدرة على إنجاز عمل، فهي تظهر بأشكال مختلفة كالطاقة الحركية، الطاقة الحرارية، الطاقة الميكانيكية، الطاقة الكهربائية والطاقة الكيميائية. وفي حين يمكن وصف الطاقة على أنها تغيير فيزيائي

كمي ونوعي يتطلب بذل شيء من الجهد، فإن شكل الطاقة ومقدرتها وطريقتها واتجاهاتها سلبا أو إيجابا يعتمد على هذا التغيير المطلوب، وهو ما يحيلنا إلى الاستنتاج بأن الطاقة هي في الأساس قابلية الشيء على إنجاز عمل ما، وهي القابلية الناجمة عن القوة الكامنة في ذلك الشيء أو في داخله.

وبالتالي، إن هذا التعريف القائل بأن الطاقة تعني القابلية الكامنة في أي مادة وقدرتها على أداء عمل ما، يشير في حد ذاته إلى تعدد مصادر وأشكال الطاقة. فعلى سبيل المثال، إن الطاقة المستخدمة في التصنيع قد تأتي على شكل حرارة، وذلك عن طريق الحرق المباشر للوقود، كما قد تكون على شكل قدرة محركة، وقد تكون طاقة حرارية وقدرة محركة في آن واحد عند تحويلها إلى طاقة كهربائية، وهي أيضا كمية فيزيائية تتبدى على شكل حرارة أو شكل حركات ميكانيكية، وكل هذا يوضح قدرة المادة على القيام بالشغل أي الحركة. وعليه، إن الطاقة التي ينتج عنها حركة هي طاقة حركية، والطاقة التي لها علاقة بالوضع هي طاقة كامنة. من هنا، نخلص إلى القول بأن الطاقة هي الشكل الآخر لموجودات الكون غير الحية، وهي مثل أي جماد يكون عاجزا على تغيير حالته دون تدخل خارجي أو قوة خارجية، وهذه القوة هي الطاقة، وهي بالنتيجة أي الطاقة المؤثرات التي تحتاجها أو تتبادلها الأجسام أو المواد المادية لتغيير حالتها. وقد تطورت مصادر الطاقة المختلفة مع التطور البشري والاستخدام المتقدم للوسائل التي ابتكرها الناس لسد حاجياتهم اليومية والنهوض بمجتمعاتهم، وازداد استثمارهم لهذه المصادر مع تنامي الكثافة السكانية الهائلة التي يشهدها العالم والحاجة الماسة إلى الطاقة بمختلف أشكالها ومصادرها.

2- مصادر الطاقة ومعايير تصنيفها:

غالبا ما تستخدم أسس ومعايير متعددة في تصنيف مصادر الطاقة، وذلك تبعا لطبيعة الدراسات والعلوم التي تتناول هذه المصادر. فوفقا للأسس والمعايير المختلفة المعتمدة في التصنيف، يمكن تقسيم مصادر الطاقة إلى المجموعات الرئيسة الآتية:

أولا: على أساس الوجود الفيزيائي: تتضمن هذه المجموعة ثلاث أشكال من مصادر الطاقة هي:

- المصادر الطبيعية الأحفورية : وتضم المصادر التي تكون تحت سطح الأرض، حيث تشكلت هذه المصادر من بقايا النباتات والحيوانات خلال العصور المختلفة من العمر الجيولوجي للأرض، مثل الفحم والنفط والغاز الطبيعي والمعادن المشعة.

– المصادر الطبيعية السطحية: وتشمل المصادر الطبيعية للطاقة التي تكون مكشوفة على سطح الأرض أو في غلافها الجوي، مثل مساقط المياه الجارية وطاقات المد والجزر والرياح والشمس وحرارة الأرض الباطنية.

– المصادر الاصطناعية: وتتمثل في المصادر غير الطبيعية، وإنما قام الإنسان بتصنيعها، مثل غاز الاستصباح.

ثانيا: على أساس الأصل والنشأة: تشمل مصدرين للطاقة هما:

– المصادر العضوية: وتتضمن مصادر الطاقة ذات الأصل العضوي ومصادر الطاقة الحية كطاقات الإنسان والحيوان، والفحم بنوعيه الخشبي والحجري، والنفط والغاز الطبيعي.

– المصادر اللاعضوية: وتضم طاقة الرياح والطاقة الذرية والكهربائية والشمسية ...الخ.

ثالثا: على أساس التطور التاريخي: يقوم هذا التصنيف على أساس التقادم الزمني لهداية الإنسان بمعرفة هذه المصادر، وحسب تسلسل تطورها تاريخيا، وتضم هذه المجموعة شكلين من المصادر الطاقوية، تشمل الآتي:

– المصادر التقليدية: وتتمثل بشكل أساسي في الطاقة الجسدية للإنسان، طاقة الحيوان والأخشاب والمياه الجارية والرياح.

– المصادر الحديثة: وتشمل جميع مصادر الطاقة التي تعرف عليها الإنسان بشكل خاص بعد الثورة الصناعية، مثل الفحم والنفط والغاز الطبيعي والطاقة الكهربائية والطاقة النووية.

رابعا: على أساس العمر الزمني وديمومة المصدر: يعتمد هذا التصنيف على قدرة المصادر على التجدد أو عدمه في ضوء البعد الزمني للأحداث البشرية، وتنقسم إلى:

– المصادر المتجددة غير الناضبة: مثل الطاقة الكهرومائية والطاقة الشمسية، وطاقة الرياح وطاقة الكتلة الحيوية وطاقة الأرض الباطنية وطاقة الأمواج والتيارات البحرية.

– المصادر الناضبة غير المتجددة: كالفحم والنفط والغاز الطبيعي والوقود النووي.

خامسا: على أساس الأهمية الإستراتيجية: يستند هذا التصنيف إلى الأهمية النسبية لكل مصدر من مصادر الطاقة المتاحة في الهيكل الحالي لاستهلاك الطاقة، ويضم مجموعتين:

– المصادر الرئيسة: ويأتي في مقدمتها النفط والغاز الطبيعي والفحم الحجري، وهي ما تمثل أو تعرف بمصادر الوقود الأحفوري، حيث تسهم هذه المصادر الثلاثة بأكثر من 80% في إجمالي إنتاج الطاقة العالمي.

– المصادر الثانوية: وتشمل بقية المصادر المعروفة حاليا مثل الطاقة الكهرومائية والطاقة النووية وغيرها من مصادر الطاقة، وهي تسهم بأقل من 20% في إجمالي إنتاج الطاقة العالمي.

المحاضرتين الثالثة والرابعة: الطاقة والتنمية المستدامة: الجوانب والأبعاد

تتصدى التنمية المستدامة للانشغالات المتعلقة بالعلاقات بين المجتمع البشري والطبيعة. وبينما توضع التنمية المستدامة في إطار نموذج مؤلف من ثلاثة أركان، هي الاقتصاد والبيئة والمجتمع، يتيح هذا النموذج تصنيف الأهداف الإنمائية تصنيفا بيانيا، حيث تعتمد هذه الأركان الثلاثة على بعضها البعض وتدعم بعضها الآخر. وضمن إطار مفاهيمي مغاير، يمكن توجيه التنمية المستدامة على طول سلسلة متواصلة تتروح بين نموذجي ضعف الاستدامة وقوة الاستدامة. ويختلف النموذجان في افتراضاتهما بشأن استدامة رأس المال الطبيعي والبشري، حيث يمكن أن تسهم الطاقة بشكل عام والطاقة المتجددة بشكل خاص في تحقيق الأهداف الإنمائية للنموذج الثلاثي الأركان، كما يمكن أن تقيم من حيث قوة التنمية المستدامة أو ضعفها، فعلى سبيل المثال، قد يعرف استخدام الطاقة المتجدة على أنه الحفاظ على رأس المال الطبيعي طالما لم ينتقص استخدام المورد من إمكانية الحصاد المستقبلي.

1- أوجه التفاعل بين الطاقة والتنمية المستدامة:

يمكن النظر إلى العلاقة بين الطاقة والتنمية المستدامة في شكل ترتيب هرمي للأهداف والقيود التي تتضمن اعتبارات عالمية وإقليمية ومحلية على السواء. وعلى الرغم من أن تقييم المساهمة المتعلقة بالطاقة عموما والطاقة المتجددة خصوصا في التنمية المستدامة، ينبغي أن يركز على كل سياق قطري على حدى، تتيح الطاقة إجمالا فرصا عديدة للإسهام في تحقيق مجموعة من أهداف التنمية المستدامة المهمة، نذكر منها: 1.بلوغ التنمية الاجتماعية والاقتصادية، 2.الاستفادة من الموارد الطاقوية، 3.تحقيق أمن الطاقة، 4. تخفيف آثار تغير المناخ والحد من الآثار البيئية والصحية. ويعتبر تخفيف الآثار الخطيرة لتغير المناخ هدفا أساسيا باعتباره إحدى القوى الدافعة القوية وراء زيادة استخدام الطاقة المتجددة في شتى أنحاء العالم. ويمكن ربط هذه الأهداف بكل من النموذج ذا الأركان الثلاثة ومفهومي التنمية المستدامة الضعيفة والقوية. كما توفر مفاهيم التنمية المستدامة أطر عمل مفيدة لصانعي السياسات من أجل تقييم مساهمات الطاقة المتجددة وغير المتجددة في التنمية المستدامة بغرض صوغ تدابير اقتصادية واجتماعية وبيئية ملائمة. ذلك أن الاستفادة من خدمات الطاقة الحديثة، من الموارد المتجددة أو غير المتجددة، ترتبط ارتباطا وثيقا بتدابير التنمية، لاسيما بالنسبة للبلدان التي تمر بمراحل التنمية الأولى. فعلى سبيل المثال، تمثل استفادة أشد أفراد المجتمع فقرا من الطاقة الحديثة أمرا بالغ الأهمية لتحقيق أي هدف من الأهداف الإنمائية الثمانية للألفية. وتشمل المؤشرات الملموسة المستخدمة استهلاك الفرد من الطاقة النهائية بالنسبة للدخل، إلى جانب تنميط

الاستفادة من الكهرباء إلى فئات مقسمة إلى مناطق ريفية وحضرية، وأعداد تلك الشرائح السكانية التي تستخدم الفحم أو الكتلة الأحيائية التقليدية في الطهي.

علاوة على ما ورد، تعد المصادر الطاقوية الداعمة الأساسية للخطط والسياسات التنموية من خلال استغلالها لمدخلات رئيسية في كافة جوانب الاقتصاد الوطني المؤدية إلى التنمية الاقتصادية والاجتماعية لأي بلد، إذ تعتبر موارد الطاقة الناضبة والمتجددة من الركائز الأساسية التي تقوم عليها عملية التنمية والتحديث في المجتمعات البشرية، وبالتالي يتم تقديم متغير الطاقة على أنه الدعامة الرئيسية لأي خطط تنموية اقتصادية كانت أو اجتماعية، محلية أو إقليمية أو دولية. ويرجع السبب في اعتبارها الشريان الأساس للتنمية الصناعية وتنمية الشعوب والبلدان إلى كونها تمثل عنصرا فعالا في تلبية احتياجات الإنسانية جمعاء من خلال تلبية احتياجات النشاط الاقتصادي بالطاقة ومواردها.

وانطلاقا من الدور الذي مثلته الطاقة وأهميتها الحاسمة في الحياة البشرية، إلى جانب اعتماد الانسانية وتطورها على المصادر الطاقوية، جنبا إلى جنب مع تزايد معدلات استهلاك الطاقة، دفع تنامي محورية الطاقة ودورها الفعال في التنمية الاقتصادية والمجتمعية العديد من العلماء والباحثين في الأمن والاقتصاد إلى التركيز على الدور التنموي للطاقة وأثره على الناتج المحلي والقومي. فبالنظر إلى الإسهام الكبير للطاقة في نمو الناتج المحلي الإجمالي، فضلا عن اضطلاعها بالأدوار ذات الأهمية البالغة في توفير أمون الدول اقتصاديا ومجتمعيا وبيئيا، تناقش في الغالب مسائل الاستهلاك غير العقلاني للموارد الطاقوية باهتمام وانشغال كبيرين من قبل المجتمع الدولي، وحيث أن هذا الوضع الاستهلاكي غير المتزن المنتشر على أوسع نطاق في وقتنا الراهن، يعد العامل الأساسي في النفاذ الكبير والمتسارع لهذه الموارد الحيوية وفقا للمؤشرات المدروسة والإحصاءات المقدمة، وبينما ليس بالإمكان لا في الوقت الحاضر ولا في المستقبل أن يتم الحفاظ على استهلاك الطاقة في النسب الموجودة عليه حاليا، خاصة في ظل الانفجار السكاني الهائل والضغط على مصادر الطاقة وأخطار استنزافها والتأثير على التوازن البيئي والتغيير المناخي، يدعو المجتمع الدولي قادة وعلماء وأكاديميين إلى ضرورة التركيز على الرشادة والعقلانية في الاستهلاك، كما ينوه بحتمية تبني سياسات طاقوية إدماجية تعمل على التنويع في الاعتماد بين موارد الطاقة التقليدية والحديثة.

2- الطاقة وأبعاد التنمية المستدامة:

إن التحدي الأكبر لعملية التنمية المستدامة يتعلق في الأساس بمعالجة وإنجاز الأبعاد الثلاث للتنمية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية بشكل عادل ومتوازن، وفي إطار زمني موحد لكل الجوانب، من خلال تفاعل هذه الاتجاهات مع بعضها وتجنب سلبيات هذا التفاعل. إذ هناك ثلاث طرق رئيسة تجعل من الطاقة لاعبا فعالا في التنمية المستدامة، الأولى تتعلق بضرورة تسخير الطاقة كمحور رئيسي لتلبية حاجات الحياة الإنسانية، والثانية تتمثل في السعي إلى جعل الطاقة كمحرك أساسي للتنمية الاقتصادية، بينما تنصرف الطريقة الثالثة إلى التعامل مع الطاقة كمصدر مهم في حل المشاكل البيئية. فهذه الطرق أو الأساليب ترتبط بمثلث التنمية المستدامة المذكور آنفا (الاقتصاد، المجتمع، البيئة)، وبهذا تعتبر الطاقة نقطة انطلاق مركزية لمختلف محاور التنمية المستدامة، وفيما يأتي ستتم مناقشة هذه المحاور والأبعاد التنموية وعلاقاتها بالمتغير الطاقوي بنوع من التفصيل.

- الطاقة والبعد الاجتماعي للتنمية المستدامة:

تتمثل الأبعاد الاجتماعية لاستخدامات الطاقة أساسا في تخفيف معدلات الفقر وتفعيل دور المرأة والتحول الديمغرافي والحضري، ففي حالة ما كانت الاستفادة من الطاقة محدودة الخدمات والإمكانات سوف يؤدي ذلك إلى تهميش الطبقات الفقيرة وتقليل الفرص أمامها في مجال تحسين ظروفها المعيشية، فبينما تشير الإحصائيات إلى أن حوالي ثلث سكان العالم لا تصلهم الكهرباء، في حين تصل للثلث الآخر بشكل ضعيف، سيكون لاعتماد سكان المناطق الريفية على مصادر الطاقة التقليدية والأحفورية آثار جانبية سلبية على البيئة وعلى صحة السكان. هذا، إضافة إلى أنه لا زال هناك تفاوت صارخ في استهلاك الطاقة بين الدول المتخلفة اقتصاديا والدول المتقدمة صناعيا، والتي يصل فيها الاستهلاك الطاقوي بما يزيد عن 25 ضعفا عن الدول المتخلفة والنامية أو السائرة في طريق النمو.

- الطاقة والبعد الاقتصادي للتنمية المستدامة:

تظهر جوانب البعد الاقتصادي للطاقة في التنمية المستدامة خاصة في المناطق الريفية وتوفير مصادر الطاقة المختلفة، سواء كان لرفع الإنتاجية أو المساهمة في زيادة الدخل المحلي من خلال تحسين آفاق التنمية المحلية، لاسيما منها التنمية الريفية وتوفير فرص عمل في القطاع الزراعي. إذ من المؤكد أن غياب موارد الطاقة والوقود اللازمين لإدارة التنمية الزراعية وتسييرها، لا يمكن أن يخلق فرص عمل ويحقق زيادة بالإنتاج المحلي وبالتالي صعوبة تحسين الواقع الاقتصادي ككل، حيث أن توافر مثل هذه الموارد وخدماتها في الأساس سيسهم في إنشاء المشاريع والاستثمارات المتعددة. فعلى سبيل المثال، يعد الوقود

ضروري جدا للقيام بعمليات النقل والحراثة والزراعة، كما تعتبر الطاقة الكهربائية المحرك الأساسي للعديد من الانشطة الخدماتية والاتصالات، فالطاقة ينبغي أن تتوفر لكل الناس باستمرار بكميات كبيرة وبأسعار معقولة من أجل دعم أهداف التنمية المستدامة. ومن المهم أيضا أن ننوه إلى أن واردات الطاقة تمثل قاعدة أساسية في ميزان المدفوعات ومنه أيضا مصدرا من مصادر الديون الأجنبية للعديد من الدول الفقيرة.

- **الطاقة والبعد البيئي في التنمية المستدامة:**

لقد عرفت الطاقة والتقنيات المستخدمة في التقدم الحاصل في هذا المجال تطورا هائلا، إلا أنه لا يزال هناك تأثير سلبي مستمر للطاقة ومصادرها على البيئة وعلى قضية الإخلال بالتوازن البيئي نتيجة الانبعاثات الكربونية المتفاقمة. وبيد أن الحاجة إلى الموارد الطاقوية تبدو ماسة لتحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية في المجتمعات البشرية، إلا أنه يتم تصنيف هذه الموارد أيضا كأداة تهديدية لأمن البيئة وللتنمية البيئية، الأمر الذي يستدعي ضرورة تدخل الجهات المسؤولة وطنيا وإقليميا ودوليا من أجل خلق نوع من التوازن بين الطاقة والأبعاد الثلاث للتنمية المستدامة.

المحاضرتين الخامسة والسادسة: الطاقة والتنمية المستدامة: المزايا والمخاطر

1- إسهامات الطاقة في التنمية المستدامة: المزايا والمنافع

تتعدد هذه الإسهامات من حيث المزايا والمنافع التي يمكن أن تقدمها خدمات الطاقة في مجال التنمية المستدامة، وهي تشمل الآتي:

- تعزيز إمدادات السكان بالطاقة:

يعد دعم وتطوير خدمات الطاقة المقدمة من الأمور الملحة لتحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية، خصوصا ما تعلق منها بمكافحة الفقر وخفض معدلات البطالة، فمن ضروريات تحقيق التنمية المستدامة تقديم خدمات طاقوية بشكل مستدام ومستقر وبأسعار رخيصة تكون مقبولة اقتصاديا واجتماعيا، علاوة على مراعاة الآثار البيئية الجانبية وخلق نوع من التوزيع العادل والمتكافئ للموارد الطاقوية بين المناطق الحضرية والمناطق الريفية.

- ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها:

على الرغم من التطور والتقدم التقني الحاصل في مجال الطاقة وطرق الاستفادة منها، لا تزال كفاءة استخدام الطاقة دون المستوى المطلوب في أغلب البلدان النامية، وهذا يرجع إلى انخفاض كفاءة المعدات أو نتيجة الممارسات غير الواعية واللامدروسة في الاستخدام، وهو الأمر الذي يتطلب وضع الخطط والإستراتيجيات المناسبة لتحسين وترشيد كفاءة استخدام الطاقة واستهلاكها من خلال الاعتماد على التقنيات الأكثر فعالية ودعم تصنيعها، فضلا عن نشر الوعي والمعارف اللازمة عبر تطوير برامج الدراسات والبحوث ذات الشأن، وتعزيز القدرات الوطنية والمحلية بما في ذلك الاهتمام مثلا بتنظيم دورات تعليمية وتدريبية تحسس بحجم المخاطر الناتجة عن الاستغلال الطاقوي غير الرشيد.

- نشر تقنيات الطاقة المتجددة وتطوير استخدامها:

تساهم تكنولوجيات الطاقة المتجددة والتطور الحاصل على تقنياتها في سد الحاجات الأساسية من الطاقة، وهذا يسهم بدوره في تحقيق التنمية المستدامة. فقد شهدت تكنولوجيات الطاقة ابتكار معدات عديدة ومتطورة خلال العقدين الأخيرين والتي خضعت بعضها للاختبار والتطوير الميدانين على مستوى التطبيق، خاصة في المناطق النائية حيث أثبتت موارد وإمكانات الطاقة المتجددة فعالياتها الاقتصادية والبيئية، ورغم

أن بعض هذه الإمكانات لا يزال يخضع للمزيد من الاختبارات والبحث، فمن الملاحظ إهمال كبير في استغلال هذه التكنولوجيات على نطاق واسع لإنتاج خدمات الطاقة الضرورية، حيث يواجه استخدامها الكثير القيود والعراقيل التي تحد من استخدامها لعل أهمها ارتفاع التكلفة واحتكارها من قبل أطراف معينة.

2- الطاقة والتنمية المستدامة: القيود والمخاطر:

يواجه استخدام الطاقة غير المتجددة المتمثلة أساسا في موارد الطاقة الأحفورية قيودا عدة من بينها قضايا تلوث البيئة، ونضوب الاحتياطي والمخزونات الإستراتيجية، بالإضافة إلى مشكل النمو الديمغرافي وآفاق النمو الاقتصادي. وتعتبر هذه القيود كافية لتوليد أزمة عالمية أساسها اختلال ركيزة الاقتصاد. في هذا الخصوص، أشار "كارتيي" في مؤتمر الألفية عن الطاقة سنة 2000، إلى أن الانفجار الديمغرافي سوف يبلغ ما بين 9 إلى 11 بلايين نسمة على كوكب الأرض خلال الخمس العقود المقبلة، ومن دون إحداث أي تغييرات في السياسات الطاقوية الراهنة سوف تستمر موارد الوقود الأحفوري (البترول والغاز والفحم الحجري)، في مد 80% من احتياجات الطاقة العالمية في القرن 21، وهذا الضغط سيولد آثارا بيئية غير رجعية تهدد توازن المناخ العالمي، إضافة إلى اعتبار الأسعار وتأمين الإنتاج، وهذه قوى ضغط كافية لدفع مسارات الطاقة نحو التغيير والاستحداث بشكل مستعجل.

من هنا، تبرز المتطلبات الجديدة للعصر الحديث من الثورة الطاقوية، أين ينبغي أن يحكم هذا العصر بثورة في التفكير والتخطيط والممارسات تجاه موارد الطاقة. حيث لا يمكن لأي سياسة طاقوية تحقيق الفعالية والاستمرار باعتبارها سياسة تنموية مستديمة ترتكز على سياسة تجارية بحثة كما هو جار به العمل حاليا. ويبدو من الضروري تقويم السياسات الطاقوية الراهنة لمواكبة سير التقدم في مستوى يليق بشعوب عالم العولمة. كما يجب الشروع في هذه المبادرة من طرف الدول المصنعة التي بنت ترف شعوبها اعتمادا على الطاقة الأحفورية، ووصلت إلى مستويات عالية من التطور والازدهار يستحيل عندها الاستغناء عن الطاقة، مع إدراكها الكامل بأن مصادر الطاقة البديلة سوف لن تعوضها إلا عن جزء بسيط من استخداماتها للوقود الأحفوري.

فمن الملاحظ، أن أغلب السلع في الأسواق الاقتصادية تعكس تكلفتها، إلا أنه في مجالات إنتاج الطاقة تظل هذه الحقيقة غائبة، فأسعار السوق للوقود الأحفوري مثلا لا يدخل في تركيبتها تكلفة الآثار المترتبة عن التلوث، وأثرها على شعوب واقتصادات الحاضر والمستقبل، كما أن الدعم المباشر وغير

المباشر المخول من الحكومات إلى صناعات الطاقة الأحفورية والذرية يعتبر عائقا لتنمية وتطوير موارد الطاقة البديلة والمتجددة. وبالتالي، إن نظم الاقتصاد المستديم والتنمية المستدامة هي التي تأخذ بعين الاعتبار محدودية الأنظمة الإيكولوجية، وتأمين فرص التوزيع العادل للموارد المتجددة وغير المتجددة بين الحاضر والمستقبل، مدرجة ضمن الحسابات العقلانية والمنطقية واقع محدودية البيئة في تلقي النفايات. تتصف الطاقة غير المتجددة بمحدودية البقاء وكذلك الأمر بالنسبة للطاقة المتولدة من الموارد المتجددة، فهي محدودة المزايا ولا يمكن توليد كميات من الوقود تكون أعلى من قدرتها الاستعابية للإنتاج، إلا أنه يمكن تجديدها وتخزين المنتج من الطاقة وكذلك الاتجار فيه. إن الهدف من اللجوء إلى الاستخدام الواسع والمرن للطاقة المتجددة هو استدامة الطاقة الأحفورية وتمديد عمر الانتفاع بها، إضافة إلى الحد من حالات التلوث المهددة للتوازن البيئي، خصوصا تلك المتعلقة بتغير المناخ. كما أن تنوع الموارد المستخدمة في مجالات الطاقة وانتشارها اللامركزي قد يعين في الاستدامة والتطوير والتقدم نحو آفاق جديدة من التكنولوجيات المتعددة الرخيصة والنظيفة في نفس الوقت.

لقد حثت توصيات مؤتمر الألفية عن الطاقة سنة 2000، على المخاطر والتهديدات الناتجة عن تغير المناخ العالمي، فضلا عن تعيين الاحتياجات الملحة والمستعجلة من خدمات الطاقة الأساسية للفقراء في القرى والمناطق النائية، إضافة إلى اعتبار تكاليف التلوث الخاصة بالطاقة عند القيام بتقييم المشروعات التنموية. ومن أهم الاقتراحات الواردة في توصيات المؤتمر، أولا دعوة الحكومات ووكالات التنمية العالمية كالبنك الدولي للمساهمة في إدخال خدمات الطاقة النظيفة إلى ما يقرب لاثني بليون فقير من المحتاجين لخدمات الطاقة الأساسية لاسيما في القرى الريفية. وثانيا، إدخال تكلفة ثاني أكسيد الكربون في تقييم المشروعات قبل تمويلها باستخدام أسعار الظل، وذلك لأن تكلفة انبعاث ثاني أكسيد الكربون ليست بصفر.

إن المشاكل والأضرار البيئية التي تولدت عن الضغط الكبير في استغلال مصادر الطاقة الأحفورية في مختلف النشاطات الاقتصادية، بالإضافة إلى التنبؤ بقرب استنزاف الاحتياطي العالمي من البترول الخام، قد حفز الباحثين والمسؤولين في مجالات استخدام الطاقة إلى التفكير في إيجاد سبل الكفاءة في استهلاك الطاقة والحفاظ عليها، وذلك بإيجاد حلول تقنية تعين على توفير واستدامة الطاقة دون التأثير على جودة ووفرة المنتجات الصناعية والتجارية. ولقد كانت أزمة الطاقة، ممثلة في أزمة البترول 1973–1974، سببا في النأي بالدول المتقدمة، وعلى رأسها الولايات المتحدة الأمريكية، إلى التفكير في توفير الوقود، كرد فعل على ارتفاع الأسعار والخوف من التبعية البترولية الخارجية، الشيء الذي استوجب التفكير في

استراتيجيات كفاءة استخدام الطاقة Energy Efficiency والحفاظ عليها Energy Conservation. وقد نتج عن ذلك سن أول قانون لسياسة الحفاظ على الطاقة لسنة 1975 في الولايات المتحدة الأمريكية.

مع ذلك، تفيد الدراسات والبحوث العلمية بأنه على الرغم من التقدم المحرز في استخدامات الطاقة المتجددة في الوقت الراهن، إلا أن الاعتماد الواسع على مصادر الوقود الأحفوري سوف يستمر لمدة طويلة قادمة، وذلك لدورها الإستراتيجي غير القابل لاستبداله أو الاستغناء عنه بشكل كامل في مجال الإيفاء بإمدادات الطاقة وتعزيزها. لكن يبقى، وفي ظل التقيد بقانون البيئة والحفاظ عليها، استخدام الوقود الأحفوري النظيف ضرورة أساسية وشرطا مسبقا لدعم عملية التنمية المستدامة. وفي هذا السياق، يجب تبني خطط وسياسات طاقوية هادفة تسعى إلى تعزيز استخدام المصادر الأنظف والأقل تكلفة، إلى جانب الاعتماد على البرامج الدراسية وبرامج البحث والتطوير المستمر، هذا بالإضافة إلى تحسين الظروف البيئية والحد من انبعاثات الغازات الملوثة، خاصة وأن مصادر الطاقة المتجددة تعد موارد غير ضارة بالبيئة مقارنة بالأخطار التي قد تنجم عن تحويلات مصادر الطاقة الأحفورية، فضلا عن قدرتها على تحسين الظروف المعيشية في المناطق الريفية، الأمر الذي سيؤدي إلى الحد النوعي من استخدام المصادر المهددة للبيئة وصحة الإنسان.

المحاضرتين السابعة والثامنة: إمكانات الطاقة والأمن الطاقوي

1- جغرا فية الطاقة: المفهوم والتطور:

تعد جغرافية الطاقة فرعا من فروع الجغرافيا الاقتصادية الأحدث نسبيا، حيث أن أقدم الدراسات بشأنها لا تعود لأكثر من العقد الخامس من القرن العشرين. وتعنى جغرافية الطاقة بدراسة موارد الطاقة من حيث خصائصها وتنوعها وتوزعها الجغرافي على مستوى العالم وعلى مستوى الوحدات السياسية، كما تعالج العوامل المؤثرة في إنتاج الطاقة ونقلها وتوزيعها واستهلاكها، بالاعتماد على المنهج الجغرافي العام في التوزيع والتحليل والتفسير. كما تركز أيضا على أنماط المصادر الطاقوية، والتطور التاريخي لاستغلالها، فضلا عن استراتيجيات البحث والتنقيب عن البدائل الطاقوية غير التقليدية، مسلطة الضوء على ظروف الإنتاج وتطور منحياته، في محاولة لتنميط العالم إلى نطاقات جغرافية تبعا لظروف وخصوصيات وإمكانات الطاقة فيها، وإعداد خرائط تبرز أقاليم الوفرة والعجز في الطاقة مع تحديد مستوياتها.

لقد ظهر مسمى جغرافية الطاقة مع بداية النصف الثاني من القرن العشرين في فرنسا تحديدا، بإصدار كتاب الجغرافي الاقتصادي "بيير جورج" تحت عنوان جغرافية الطاقة عام 1950، ثم كتاب لـ"شاردونيت" عام 1962 وبعده "جيارلد مانيرز" عام 1964. ويعد كتاب جغرافية الطاقة لمانيرز من أولى الدراسات التي تناولت موضوع الطاقة من وجهة نظر جغرافية، حيث اعتمد مانيرز منهج الجغرافي الاقتصادي في تحليل الخصائص المكانية ودراستها لإنتاج الطاقة ونقلها وتوزيعها واستهلاكها، دون أن يتجاهل الدور الذي يمكن أن تلعبه السياسات المحلية والقوى العالمية في تحديد أنماط الطاقة. وعلى الرغم من أن عام 1965 يعتبر بداية مرحلة جديدة في تطور ميدان جغرافية الطاقة، إلا أن إضافات الجغرافيين في هذا المجال ظلت ضئيلة نسبيا حتى عام 1970. فيما تميزت فترة السبعينيات من القرن العشرين بظهور أبرز المؤلفات في جغرافية الطاقة لكل من "جويول" 1971 و"كوران" 1973 و"أوديل" 1974 و"تشابمان" 1976 و"كوك" 1976 و"دنيس وتشاباد" 1979. ويعد كتاب بيتر أوديل " البترول والقوى العالمية " من أهم الإسهامات في جغرافية الطاقة في هذه المرحلة، حيث عالج فيه متغير النفط وإنتاجه ودور الدول الكبرى والمتقدمة صناعيا في الإنتاج، كما ناقش محددات الإنتاج العالمي للنفط، ودرس صناعة تكرير البترول والنقل والتوزيع، ليختتم الكتاب بتسليطه الضوء على العوامل المؤثرة في توطن صناعة التكرير دون أن يهمل مناقشة الأهمية الاقتصادية للنفط.

بعد ذلك، شهدت الأدبيات في ميدان جغرافية الطاقة تطورا ملحوظا في منهجيتها خلال عقد الثمانينيات من القرن الماضي، فقد أصدر "كالزونتي وسولومون" كتابا بعنوان "الأبعاد الجغرافية للطاقة"، تناولا فيه مصادر الطاقة المختلفة وسبل الحفاظ عليها. وفي عام 1989 صدر كتاب جديد لـ"تشابمان" تحت عنوان "الجغرافية والطاقة: نظم الطاقة التجارية والسياسات القومية"، بحث فيه التوزع الجغرافي لمصادر الطاقة واستخداماتها وأنماط الإنتاج والاستهلاك، مع التركيز على صناعات الفحم والنفط والغاز الطبيعي والطاقة الكهربائية.

علاوة على ما تقدم، لقد حدثت التطورات المهمة في أساليب ومناهج البحث في الجغرافية منتصف تسعينيات القرن العشرين، عندما بدأ تطور الدراسات الجغرافية يتعزز بإدخال نظم المعلومات الجغرافية بقوة فيها، وقد انعكس ذلك على فروع الجغرافية جميعها، بما فيها جغرافية الطاقة، حيث تساعد أساليب نظم المعلومات الجغرافية في تخطيط إنتاج الطاقة الراهن، وفي التخطيط المستقبلي الطاقوي للوصول إلى الوضع الأمثل للإنتاج محاولة إيجاد الحلول المناسبة بشأن الطاقة البديلة. فالاستعانة بنظم المعلومات الجغرافية تتيح استخدام وضع خرائط التوزع الجغرافي لمصادر الطاقة المختلفة ونظم الاستهلاك ووضع قواعد البيانات ومعالجة هذه البيانات وتحليلها، مما يساعد المخططين والباحثين في فهم أوضاع الطاقة في أي إقليم، ووضع الخطط الإستراتيجية الملائمة على أساس هذه البيانات.

2- مصادر الطاقة والأمن الطاقوي للوحدات الدولية:

على الرغم من عدم وجود تعريف متفق عليه، يمكن فهم مصطلح أمن الطاقة على أنه الثبات أمام الانقطاعات المفاجئة في إمدادات الطاقة. ويمكن تحديد موضوعين واسعين لهما صلة بأمن الطاقة، سواء بالنسبة للنظم الراهنة أو لتخطيط نظم الطاقة المتجددة في المستقبل، هما: توفر الموارد وتوزيعها، وتقلبية الإمداد بالطاقة وموثوقيته. وتتمثل المتغيرات المؤثرة في أمن الطاقة في حجم الاحتياطيات، ونسبة الاحتياطيات إلى الإنتاج، ونسبة الواردات في إجمالي استهلاك الطاقة الأولية، وحصة واردات الطاقة في إجمالي الواردات، إضافة إلى حصة الموارد المتغيرة وغير المتوقعة للطاقة.

من خلال هذا التعريف الوجيز والإجرائي لمفهوم أمن الطاقة، ننتقل إلى التعرف على مختلف مصادر الطاقة، موضحين دورها الحيوي ومتعدد الأبعاد في توفير الأمن الطاقوي للوحدات الدولية على اختلاف مستويات وخصوصيات التنمية فيها.

تصنف مصادر الطاقة إلى أشكال وأنواع مختلفة ومتعددة، وهي تندرج تحت قسمين رئيسين، يشمل كل منها موارد متشعبة تقسم مصادر الطاقة إلى مصادر غير متجددة وأخرى متجددة، نناقشها فيما يأتي:

أولا : مصادر الطاقة غير متجددة (الأحفورية الناضبة):

تعرف على أنها الطاقة الناتجة عن مصادر طبيعية تنضب وتستهلك نتيجة الاستخدام والاستغلال المفرطين لها، حيث من المتوقع أن تنتهي في وقت من الأوقات لأنها مواد محدودة ومحددة بفترة زمنية معينة، إذ لا يمكن تعويض النقص الحاصل فيها، وإن كان يمكن الحصول عليها عن طريق التخزين الزمني المركز تحت الأرض، وتمر جميع عناصرها بعمليات تحويلية وثانوية لكي تصبح صالحة للاستخدام كوقود، كما أنها تتسم بمرونة نقلها من مكان لآخر وهو ما له أثر كبير على البيئة وتلوثها. فقد سميت هذه المصادر بالناضبة لعدم قدرتها على التجدد وقابليتها للانتهاء خلال زمن محدد وذلك بسبب كثرة الاعتماد عليها في مقابل انعدام البديل الكامل لها. وهي المصادر التي تشكلت نتيجة تفاعلات كيمائية معقدة تكونت عبر فترات زمينه طويلة دون تدخل الانسان بها، ومن هذه المصادر غير المتجددة تتصدر أربع أنواع هي: النفط، الغاز الطبيعي والفحم الحجري، إلى جانب الطاقة النووية التي سيتم التعرض لها خلال العنصر البحثي الخاص بالطاقة النووية والانتشار النووي.

في هذا السياق، تجدر الإشارة إلى إلى أنواع الوقود الأحفوري الثلاثة وهي الفحم والبترول والغاز، تشكل أهم المصادر الطاقوية التقليدية في إنتاج الطاقة حتى الآن، فهي تبلغ نحو 86% من إجمالي استهلاك الطاقة العالمي، بينما تشكل المصادر الأخرى ما يقارب نسبة 14% فقط. وبيد أن مصادر الوقود الأحفوري تصنف كمصادر غير متجددة موجودة في باطن الأرض بكميات محدودة، فإن التزايد المستمر في الطلب عليها خاصة في ظل تنامي وتيرة التطورات التكنولوجية واحتياجاتها من مصادر الوقود التقليدي، بالإضافة إلى زيادة النمو الديمغرافي هي الأخرى عوامل تلعب دورا حاسما في الاستنزاف والنضوب المتسارع لهذه الموارد الطاقوية.

1. النفط:

النفط أو البترول الخام، هو عبارة عن مواد هيدروكاربونية سائلة دهنية كثيفة القوام، تتباين أنواعه بين الأسود المخضر إلى البني والأصفر، كما تختلف لزوجته وبالتالي كثافته النوعية. أما المواد الهيدروكاربونية الغازية فهي التي تشكل الغاز الطبيعي، وقد تتواجد هذه المواد السائلة أي النفط الخام،

والمواد السائلة الغازية أي الغاز الطبيعي، جنبا إلى جنب في حوض نفطي واحد وقد تنفرد في الوجود، فهناك حقول نفطية غازية كحقول كركوك وجمبور في الحوض الشمالي في العراق، وهناك حقول غازية فقط كحقول الغاز في الجزائر.

- **الأهمية الإستراتيجية للنفط:**

يعد النفط محور الصراع الاقتصادي والسياسي الدائر في العالم لما يحوزه من مزايا هامة وعديدة. فهو سلعة إستراتيجية تبرز أهميتها وخطورتها أوقات السلم والحرب على حد سواء، لذلك يصنف النفط باعتباره أهم عناصر التقدير الجيوإستراتيجي للدول ومؤشرا حقيقيا لقياس تقدم الأمم وازدهارها، فعليه تستند قوة الدول وأمنها، ومن خلال سيطرتها عليه يمكن أن تتحكم في مقاليد الصراع العالمي، ومن هنا يمكن إدراك سبب تزايد هذا الصراع وتفاقم حدته في منطقة الوطن العربي.

لقد ازدادت أهمية النفط كمصدر أساسي من مصادر الطاقة بين دول العالم مع مرور الزمن، تبعا لتعدد وتزايد خدماته واستعمالاته في المجالات الاقتصادية والاجتماعية المرتبطة أساسا بالعمليات والخطط التنموية في كل بلد، إلى جانب تزايد أهميته الإستراتيجية العسكرية حتى بعد اكتشاف وانتشار استخدام الطاقة النووية. وتنبع أهمية النفط الإستراتيجية هذه من واقعين، أولهما كون النفط يمثل مصدرا أوليا للطاقة الأحفورية، وثانيهما، لأنه مادة خام أساسية لفروع الصناعات الكيمياوية والبتروكيمياوية المختلفة. فالنفط كمصدر للطاقة يحظى بمكانة متميزة بين مجموعة هذه المصادر، وهذا راجع إلى أسباب فنية واقتصادية مرتبطة به، تتمثل في درجة الاحتراق العالي وارتفاع معامله الحراري، حيث يحتوي النفط على كمية كبيرة من الطاقة المتولدة من حرقه، فكل كيلو غرام منه يمنح طاقة تتراوح من 9500 إلى 10500 سعرة حرارية/كالوري. هذا إلى جانب نظافة استخدامه النسبية، فالنفط وإن نتجت عنه غازات متعددة مضرة بالبيئة إلا أنه لا يترك رمادا عند حرقه. بالإضافة إلى سهولة نقله وتخزينه وانخفاض نفقات استخراجه وإنتاجه، علاوة على ما يتيحه من مزايا أخرى تتعلق بوسائل النقل الحديثة كالسرعة وغيرها.

وتظهر أهمية النفط كمادة خام أساسية في العديد من فروع الصناعات التحويلية، كالصناعات الكيمياوية والبيتروكيمياوية، حتى أن هذه الأخيرة قد اشتقت اسمها منه، والتي أصبحت منتجاتها بحكم التقدم التكنولوجي الحاصل تستخدم في كافة مناحي ومقومات الحياة العامة، وهي في مجملها مما يمكن اعتباره من الصناعات الإستراتيجية ذات الأهمية الخاصة لشؤون الدفاع والإعمار في آن واحد، وذلك لما يمكن أن تقدمه من مواد وسيطة أو بديلة لفروع الصناعات الأخرى.

ولعل تزايد الأهمية النسبية للنفط وتطورها بشكل سريع مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى المستهلكة في العالم، يؤكد هذه الأهمية المحورية وهذا الثقل الإستراتيجي لهذا المورد الطاقوي، حيث أن استهلاك النفط يفوق الزيادة في استهلاك المصادر الطاقوية الأخرى، محتلا الريادة العالمية من حيث كونه الوقود الأحفوري الأكثر طلبا واستهلاكا بما يقارب 38% من استهلاك الطاقة العالمي، فهو واحد من أهم السلع المتداولة عالميا، نظرا للدور المركزي للمنتجات البترولية في الحياة الحديثة، وكذا لتأثيره في العلاقات الاقتصادية الدولية، ووفقا للبيانات المتاحة في أوت 2016، بلغ إنتاج النفط العالمي سنة 2015 حوالي 4461 مليون طن بما يعادل 94.2 مليون برميل يوميا، وبزيادة قدرها 3% عن سنة 2014.

وبيد أن النفط يساهم اليوم بحوالي 38% من استهلاك الطاقة في العالم، تنبغي الإشارة إلى أن منطقة الشرق الأوسط تتربع على أعلى مخزون عالمي للنفط، وتعتبر المملكة العربية السعودية الأولى من حيث مخزونها النفطي العالمي المقدر بـ 263 مليار برميل عام 2003، أما احتياطيات العالم فتقدر بـ1148 مليار برميل، ويعد العراق أيضا من أغنى مناطق العالم بالنفط حيث يوجد به أحد أكبر المخزونات النفطية، وتعزى هذه الغزارة في إنتاج النفط الى عدة عوامل نذكر منها السمك العالي للمكامن النفطية ذات المسامية والنفاذية الجيدة ووجود الصخور المصدرية المولدة للهيدروكربونات، ووجود التراكيب الجيولوجية والطبقية لتجمع ووقف هجرة النفط جانبيا وعموديا. ويتواجد النفط في مناطق مختلفة من العالم وبنوعيات وتراكيب مختلفة، فمنه ما هو موجود في مكان قريب من سطح الأرض وفي هذه الحالة تكون نوعيته غير جيدة لفقدانه الكثير من المواد المتطايرة المرغوبة في النفط الخام، ومنه ما هو موجود بعيدا عن سطح الأرض ويكون ذو نوعية جيدة رغم التكاليف الإضافية لاستخراجه وتصنيعه.

ولو تم استقراء أهمية مادة النفط من خلال الأدبيات النفطية التاريخية، يظهر لنا أن هذا المعدن كان الحكم الفيصل في تقرير مصائر الشعوب والدول في الخريطة العالمية إيجابا وسلبا. وللتأكيد على الدور الفعال للمتغير النفطي في إدارة الحروب والصراعات الدولية، نورد ما قاله قائد الجيش الألماني "لوندورف": "لو لم يكن النفط في حوزة الحلفاء لما استطاعوا الانتصار... وحاجتنا إلى النفط بمختلف مشتقاته وموارده كانت من أهم العوامل في خسارتنا للحرب". ففي تحليل لنتائج الحرب العالمية الثانية، يقر بعض الباحثين والمختصين في هذا الشأن بأنه لو قدر لهتلر أن يضع سيطرته على حقول النفط في الشرق الأوسط أو حقول باكو في الاتحاد السوفييتي سابقا، لكانت نتيجة تلك الحرب مغايرة ولغير وجه التاريخ الحالي بأكمله. هذا ونشير أيضا إلى أن الوصول إلى إمدادات النفط كان عاملا أساسيا في اندلاع حروب

التاريخ الحديث كحربي الخليج الأولى والثانية، والاحتلال الأمريكي للعراق، هذا فضلا عن الصراع الدولي الدائر في سوريا لأكثر من عقد كامل والمستمر إلى الوقت الراهن، ويتأكد لنا هذا أيضا إذا علمنا أن منطقة الشرق الأوسط لوحدها تستحوذ تقريبا على ما نسبته 70% من المخزون العالمي، وقد قدر تركز ما نسبته 62.5% في خمس دول العربية السعودية والإمارات والعراق والكويت وإيران.

كما تقوم الوحدات الدولية في حالات عديدة باتخاذ النفط كوسيلة للضغط السياسي والاقتصادي باعتباره سلاح سياسي فعال، إذ يمكن للدول المصدرة للنفط استخدام هذا المورد الاقتصادي كأسلوب للتهديد والتنديد ضد سلوك أي دولة من الدول في أي منطقة أو إقليم جغرافي، إلا أن هذا الاستخدام يعد سلاح ذو حدين. إذ يمكن استخدامه لتحقيق أهداف أو غايات محددة ضمن فترة زمنية معينة أو مفتوحة لأجل غير مسمى، وهنا نستحضر استخدام العرب سلاح النفط عام 1973 كورقة ضاغطة اقتصاديا وسياسيا ضد الدول المعادية والمؤيدة للكيان الصهيوني تجاه الوطن العربي وكان له مفعول قوي. وعلى العكس من ذلك، استخدم سلاح النفط عام 1991، كنوع من السياسات العقابية للعراق إثر حرب الخليج الثانية من خلال إقرار منع بيع وتصدير النفط العراقي، مما ألحق أضرارا بالغة بالشعب العراقي من النواحي الاقتصادية والمعيشية الداخلية، كما شل العلاقات العراقية الخارجية مع العديد من الدول العربية والأجنبية. وبناء عليه، فإن النفط كسلاح متعدد الاستخدامات والأهداف هو نعمة ونقمة في آن واحد، يمكن أن يؤثر على الدولة المصدرة أو المستوردة على حد سواء، ولكن بتبعات وآثار مختلفة من وقت لآخر ومن دولة لأخرى.

- **احتياطي النفط وتطوره وتوزعه الجغرافي في العالم:**

تعرف كمية النفط الكلية في المكمن النفطي بالنفط المتواجد في المكان، و تشتمل هذه الكمية على نفط غير قابل للاستخراج نتيجة لقصور في وسائل استخراج النفط الحديثة، بينما يشكل حجم النفط القابل للاستخراج ما يعرف باحتياطيات النفط، وهي كميات النفط الخام المقدرة في مكامن النفط والتي يمكن استخراجها تحت القدرات المالية والتكنولوجية المتوفرة. كما أن الاحتياطي النفطي يتغير مع الزمن، وحسب الظروف التقنية والاقتصادية السائدة اتساعا وازديادا أو انكماشا وتناقصا، ويعرف الاحتياطي كذلك بأنه ما هو معلوم من كميات النفط في باطن الأرض لدى المعنيين بالأمر بعد نجاح عمليات التنقيب والحفر والوصول إلى مكمن النفط.

وتعددت أنماط الاحتياطي النفطي لدى المتخصصين فى مجال هندسة المكامن وفقا لمعايير مختلفة لتصنيف الاحتياطي، وعموما تقسم الإحتياطات النفطية إلى ثلاثة مجموعات رئيسية هي:

– الإحتياطات المؤكدة: وتتعلق بالاكتشافات التي يمكن استغلالها في الشروط الإقتصادية والتقنية الحالية، وتتواجد هذه الإحتياطات في حقول مكتشفة وجاهزة للإنتاج أو هي قيد التجهيز.

– الإحتياطات المرجحة: وتشير إلى اكتشافات لديها احتمالات إنتاجية كبيرة في شروط اقتصادية وتقنية مقاربة لتلك الشروط المتعلقة بالاحتياطات المؤكدة، حيث يكون قياسها بصفة تقريبية وحقولها غير مجهزة للإنتاج.

– الإحتياطات المحتملة: ويتعلق الأمر باحتياطات محددة لكن بشكل مشكوك فيه، في منطقة لا تحتوي على آبار لكنها مجاورة لمنطقة إحتياطات مؤكدة أو مرجحة، ويستند تقدير هذه الإحتياطات على فرضيات هندسية وجيوفيزيائية.

- **التوزيع الجغرافي للنفط:**

يوجد النفط كأحد مصادر الطاقة الطبيعية في كل قارة من قارات العالم، إلا أن هذه النسب تتباين من مكان إلى آخر على خلفية عدة عوامل، وتشير التقديرات التي أجريت عام 2006 إلى أن كميات النفط في العالم من حيث الاحتياطي والإنتاج، تشمل الآتي:

– الشرق الأوسط: يملك ما يقارب 67% من نسبة النفط العالمي حيث تبلغ احتياطاته ما يقارب 660 بليون برميل، وتمتلك السعودية لوحدها ما يقارب 258 بليون برميل.

– أوروبا: تمتلك القارة الأوروبية ما يقارب 7% من نسبة البترول العالمي، وتقع معظم الحقول النفطية في المناطق القريبة من جبال الأورال وسيبريا وبحر الشمال.

– أمريكا اللاتينية: تمتلك ما يساوي تقريبا 12% من احتياطي النفط العالمي، أي ما يعادل 120 بليون برميل، وتحتل فنزويلا المرتبة الأولى في هذه القارة من حيث الاحتياطي حيث تحوز لوحدها على 59 بليون برميل، وأهم حقول النفط تقع في البرازيل والأرجنتين.

– أفريقيا: تحوز على ما نسبته 6% من الاحتياطي العالمي، وهو ما يعادل 60 بليون برميل، ويقع معظم الاحتياطي في ليبيا والجزائر وتونس ومصر.

– آسيا: تمتلك ما يقارب 5% من احتياطات النفط العالمية أي ما يعادل تقريبا 50 بليون برميل، ويقع حوالي نصف هذا الاحتياط في الصين.

– الولايات المتحدة: تمتلك نحو 3% من الاحتياطي العالمي، بما يعادل 30 بليون برميل تقريبا، ويقع معظم الاحتياطي في تكساس وكاليفورنيا وألاسكا.

– استراليا: تمتلك احتياطي نفطي يقدر بـ 2.5 بليون برميل أي ما يعادل ثلث الواحد بالمائة من الاحتياطي العالمي.

2. الفحم الحجري:

يعتبر الفحم أحد أقدم مصادر الطاقة الأحفورية وأحدثها في نفس الوقت، ويأتي في المرتبة الثانية بعد البترول والغاز الطبيعي من حيث الأهمية الإستراتيجية للموارد الطاقوية. فقد برز الفحم الحجري في القرن 17 كأحد المحروقات الوقودية، وازدادت أهميته مع تطوير الآلة البخارية من خلال استخدامه في توليد البخار كقوة محركة، وقد ازدادت أهميته أكثر فأكثر في القرن 19 حيث كان له الدور الأكبر في قيام الثورة الصناعية، بعد أن اكتشف "داري" طريقة تحويله إلى كوك ليصبح المصدر الأول والمثالي في صناعة صهر الحديد التي نمت بشكل كبير مع استعماله. ففي فترة معينة استخدم كمصدر طاقة أساسي ووحيد إلى أن تم اكتشاف البترول الذي أخذ منه تلك الأهمية والريادة في مجال استخدامات الطاقة.

بالرجوع إلى الأساس الجيولوجي لهذا المورد، الفحم هو عبارة عن رواسب وبقايا نباتية تفحمت بفعل عوامل جيولوجية وكيمياوية معينة، وإن كان لا يزال هناك اختلاف حول الطريقة التي تفحم بها والمراحل المختلفة التي أدت إلى تحوله من صورته الخشبية إلى صورته الفحمية والأسباب التي أدت إلى هذا التحول. ويقسم الفحم حسب استخداماته الى أربع أصناف هي: الفحم المستخدم في صناعة فحم الكوك ، الفحم المستخدم في صناعة الغازات الصناعية، الفحم المستخدم في صناعة إدارة الماكينات والفحم المستخدم في الأغراض المنزلية.

- **أهمية الفحم الحجري ومحدودية خدماته:**

بالرغم من كون الفحم مصدرا من مصادر الطاقة الأحفورية الناضبة، إلا أنه يعتبر المورد الطاقوي الأكثر وجودا واحتياطا في الطبيعة، كما يتميز بانخفاض سعره مقارنة بمصادر الطاقة غير المتجددة الأخرى. ولا يزال الفحم يمثل أساسا اقتصاديا في عديد الدول ذات الموارد النفطية المحدودة، وتعد الصين من أبرز وأكبر الدول الصناعية استخداما للفحم كمورد إستراتيجي في منظومات الطاقة الصينية المختلفة. حيث يؤدي الفحم دورا هاما في تأمين تلبية الطلب على الطاقة في البلدان المتقدمة، وهو عامل تمكين

رئيسي للنمو الاقتصادي والتنمية في البلدان النامية. وبيد أنه يعتبر أساسا للكثير من الصناعات الثقيلة مثل صناعات الحديد والصلب وصهر المعادن، كما يدخل في إنتاج العديد من المواد الكيميائية، يسخر الفحم في تلبية الاحتياجات الطاقوية المتزايدة باستخدام الفحم الرخيص من أجل الحفاظ على النمو الاقتصادي والحد من فقر الطاقة وتحقيق الأهداف الإنمائية للأمم المتحدة. وتقوم بلدان عديدة آسيا وأفريقيا باستثمارات كبيرة في البنية التحتية للفحم، لكن مع استخدام تكنولوجيات الفحم النظيفة.

ويستخدم الفحم حاليا في توليد 40% من الكهرباء في مختلف دول العالم، ومن المتوقع أن يستمر في المساهمة بحصة استراتيجية على مدى العقود الثلاثة المقبلة. ويعتبر الفحم هو ثاني أهم مصدر للطاقة حيث يغطي 30% من استهلاك الطاقة الأولية العالمية. وتعتبر الصين أكبر منتج للفحم على مستوى العالم بحوالي 3747 مليون طن سنة 2015، تليها الولايات المتحدة الأمريكية بحوالي 813 مليون طن.

في المقابل، نشير إلى أنه على الرغم من الأهمية المحورية للفحم الحجري والبارزة في استخداماته العديدة إلى اليوم، هناك مجموعة من القيود التي أدت إلى التراجع الكبير عن استخدام هذا المصدر الطاقوي بالشكل الأولي في مجال تقديم خدمات الطاقة، نذكر منها اعتبار الفحم وقودا غير نظيف إذا ما قورن بالبترول والغاز خاصة في مرحلة الاستخراج، وما يترتب على ذلك من مخاطر بيئية وصحية جمة. إذ يسفر فحم المناجم السطحية على وجه الخصوص عن تغيرات هامة في الأراضي، فمناجم الفحم يمكن أن تستحدث صرفا لمنجم حمضي ويمكن لتخزين رماد الفحم أن يلوث المياه السطحية والجوفية. كما تعد صناعة تعدين الفحم من أكبر الصناعات خطورة على صحة الإنسان، مما دفع إلى هجرة الكثير من الأيدي العاملة في هذا القطاع مع ضعف الإقبال عليها، وبالتالي انحسار قطاع الاستثمارات فيها. بالإضافة إلى ذلك، يعتبر الفحم قليل المحتوى الحراري مقارنة بالنفط، وكونه يساهم بزيادات مرتفعة جدا في نسب التلوث البيئي لما ينتج عنه من غازات مثل غاز ثاني أوكسيد الكربون الذي يسبب مشكلات بيئية معقدة، تعد هذه المشاكل أبرز العراقيل التي تواجه مسألة العودة إلى الاعتماد على الفحم كمصدر أساسي في دعم خدمات الطاقة وتعزيزها، لاسيما في ظل النضوب المتسارع للبترول والارتفاع المستمر في أسعار الغاز الطبيعي.

مع ذلك، تثير السلاسة التي استبدل بها أحد مزودي الطاقة الكهربائية الأسترالية الفحم إلى الغاز وثم العودة مجددا إلى الفحم أسئلة حول قدرة الغاز الدائمة كمصدر للإمداد. والسؤال الأساسي هنا، هل سيدفع ارتفاع أسعار الغاز الاقتصاديات النامية إلى المحافظة على اعتمادها على الفحم أو حتى إلى

توسيعه؟ فمع الأخذ بعين الاعتبار الآثار البيئية لهذه المصادر الطاقوية، هل يمكن أن يسمح المجتمع الدولي بزيادة الاعتماد على الفحم؟

في هذا الصدد، يمكن القول أنه من شأن اعتبارات الأسعار أن تفضي إلى توسيع متجدد في استخدام الفحم، رغم أن الاعتبارات البيئية في عدد من الدول المستهلكة الرئيسية، مثل الصين، قد تخفف من هذا النمو. مع هذا، لا يزال الفحم مصدر الوقود المهيمن لتوليد الطاقة الكهربائية حول العالم، ويشهد استعماله توسعا كبيرا في آسيا حيث تعتمد أكبر ثلاث اقتصادات في المنطقة، وهي الصين والهند وأندونيسيا، على مصانع توليد الطاقة الكهربائية العاملة بالفحم، كونها تمتلك موارد فحم هائلة. كما يعتمد 60% من إنتاج الطاقة في الصين على الفحم، الأمر الذي يساهم في إثبات مكانتها كأكبر دولة باعثة لثاني أكسيد الكربون في العالم. لكن، كونها تواجه في الوقت الحالي ضغوطا داخلية وخارجية للحد من انبعاثات الكربون، لا سيما مع تعاظم مشكلة التلوث التي تهدد بتقويض شرعية النظام السياسية، خفضت الحكومة الصينية استهلاك الفحم في بعض المقاطعات وبدأت تنظر في زيادة واردات الغاز وتطوير الغاز الصخري وميثان الطبقة الفحمية لتلبية الطلب المتزايد وتنويع مزيجها الوقودي أكثر فأكثر. وفي حين أن الصين تسعى جاهدة إلى تقليل اعتمادها على الفحم، يبدو تحول الهند إلى الموارد البديلة أبطأ في ظل معاناة الهند من مشاكل بيئية وصحية إضافية نظرا للفقر الذي يدفع الشعب لاستخدام الحطب للطبخ والتدفئة.

3. الغاز الطبيعي:

الغاز الطبيعي هو خليط هيدروكروني في حالة غازية، يحمل معه في الغالب بعض السوئل البترولية تخرج من الغازات في هيئة أبخرة مكثفة وتكوّن ما يسمى "بازولين الطبيعي"، وهو يختلف عن الغاز الصناعي الذي يستخرج من الفحم أو من البترول الخام. ويتكوّن الغاز الطبيعي من عناصر عدة، تختلف نسبة تكوينها من حقل إلى آخر، وأهم هذه العناصر هي: الميثان الذي يكوّن نسبة تتراوح بين 70 –90% من الغاز الطبيعي، الايثان ويكوّن حوالي 12% من الغاز الطبيعي، فضلا عن البروبان والبيوتان.

وبيد أن الغاز الطبيعي يوصف بأنه الصورة الغازية للبترول لاحتواءه على نفس المواد الرئيسية المكونة للنفط، إلا أن الغاز الطبيعي بات أكثر نموا وانتشارا منذ ثمانينات القرن الماضي تحديدا، بحيث أصبح يمثل مصدرا أساسيا للطاقة النظيفة والرخيصة إذا ما قورن بأسعار البترول ونظافته، فقد يستعمل

بديلا عنه في الكثير من الاستخدامات ولا يقل كفاءة عنه، بل ولا تنتج عنه نفس الانبعاثات الملوثة للبيئة الصادرة عن البترول.

- **أهمية الغاز الطبيعي وخصائصه:**

يتمتع الغاز الطبيعي بأهمية محورية ومتزايدة كمصدر رئيسي من مصادر الطاقة التقليدية غير المتجددة، ويتجه إلى كونه الوقود الأحفوري الوحيد الذي يتوقع له أن تنمو حصته من مزيج الطاقة الأولية، حيث يتم التنبؤ بقدرته العالية على لعب دور إستراتيجي في تحول العالم إلى مستقبل طاقة أنظف بأسعار معقولة وآمنة، وهو ثالث أهم مصدر للطاقة حيث يغطي ما نسبته 24% من استهلاك الطاقة العالمي. ويستخدم الغاز الطبيعي في حوالي 22% من توليد الطاقة الكهربائية العالمية الحالية، حيث تقوم التوربينات الغازية ذات الدورة البسيطة بتحويل الطاقة الحرارية من الاحتراق إلى طاقة كهربائية باستخدام غازات العادم الساخنة بكفاءة تتراوح بين 35% إلى 40%.

يعتبر الغاز الطبيعي في الوقت الراهن، الوقود الأحفوري الأمثل للاستخدام والاستغلال الواسعين، وهذا لم يأت اعتباطا، بل هي نتيجة حتمية لما يتميز به من خصائص عدة، لعل أهمها: أنه يعد من أكثر المصادر وفرة عالميا لوجود كميات كبيرة جدا منه، فضلا عن سهولة استخراجه ونقله وانخفاض أسعاره مقارنة بالنفط، تمتعه بتركيب كيميائي بسيط نسبيا وبطاقة حرارية فائقة وهذا بسبب خاصية الاحتراق السهل والكامل له، فهو يشكل وقودا ذا حرارة عالية على اعتبار أن مترا مكعبا واحد منه يمنح 7000–10500 سعرة حرارية (كالوري)، كما يتطلب عمليات معالجة بسيطة جدا قبل استخدامه مقارنة مع الفحم الحجري والبترول الخام. هذا بالإضافة إلى كونه أنظف أنواع الوقود الأحفوري باعتباره أقلها كربونا، حيث لا يصدر عن احتراقه أي رماد وذلك لعدم احتواءه على شوارد معدنية. وهنا، تجدر الإشارة إلى قدرته على تقليل انبعاث الغازات الدفيئة بـ 25% في مجال النقل مقارنة بوقود الناقلات التقليدية، وكما أشارت وكالة الطاقة الذرية العالمية، إن الغاز الطبيعي يمكن أن يساعد في تنويع إمدادات الطاقة ويحسن من أمنها، حيث أن أهم استغلال له هو استخدامه في الصناعات البتروكيماوية لكونه المادة الخام الأساسية في تلك الصناعات، ويتوقع أن تمتد قائمة السلع التي يدخل الغاز في تركيبها إلى أكثر من 70 ألف مادة.

ثانيا: مصادر الطاقة المتجددة (غير الناضبة):

الطاقة المتجددة هي أي شكل من أشكال مصادر الطاقة الشمسية أو الجيوفيزيائية أو البيولوجية التي تعيد العمليات الطبيعية تزويدها مجددا بمعدل يساوي أو يفوق معدل استخدامها. ويتحصل على الطاقة المتجددة من التدفقات المستمرة أو المتكررة للطاقة التي تحدث في البيئة الطبيعية وتشمل مواردا مثل الكتلة الأحيائية، الطاقة الشمسية، الطاقة الحرارية الأرضية، الطاقة الكهرمائية، موجات المد والجزر، والطاقة الحرارية البحرية وطاقة الرياح. مع ذلك، يمكن استخدام الكتلة الأحيائية بمعدل أكبر مما يمكن أن تنمو به أو استخلاص الحرارة من حقل طاقة حرارية أرضية بمعدل أسرع مما يمكن لتدفقات الحرارة أن تزودها به مجددا. من ناحية أخرى، ليس لمعدل استخدام الطاقة الشمسية المباشرة أي تأثير على المعدل الذي تصل به إلى الأرض. وبالطبع، لا تندرج مصادر الوقود الأحفوري (الفحم والنفط والغاز الطبيعي) تحت هذا التعريف، حيث لا تتزود مجددا خلال فترة زمنية قصيرة نسبيا قياسا إلى معدل الاستخدام.

هناك عملية متعددة المراحل يتم بموجبها تحويل الطاقة الأولية إلى ناقل للطاقة، ومن ثم إلى خدمة الطاقة. وفي هذا الإطار، تتنوع تكنولوجيات الطاقة المتجددة التي يمكن أن تخدم جميع احتياجات خدمات الطاقة. ويمكن لأنواع مختلفة من الطاقة المتجددة الإمداد بالكهرباء والطاقة الحرارية والطاقة الميكانيكية، إلى جانب إنتاج وقود قادر على تلبية الاحتياجات المتعددة لخدمات الطاقة. وحيث يحتاج الناس إلى خدمات الطاقة وليس إلى الطاقة، ينبغي أن تدار هذه العملية بطريقة فعالة تتطلب استهلاكا أقل للطاقة الأولية مع تكنولوجيات منخفضة الكربون التي تقلل بدورها من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وتتجاوز الإمكانات النظرية للطاقة المتجددة الطلب العالمي الحالي والمتوقع على الطاقة إلى حد كبير، لكن يكمن التحدي في اقتناص حصة واسعة من تلك الإمكانات والاستفادة منها في توفير خدمات الطاقة المطلوبة بطريقة فعالة من حيث التكلفة المادية والسلامة البيئية.

ثانيا: **موارد الطاقة المتجددة وإمكاناتها:**

سنتعرض في هذا الخصوص، إلى أهم موارد الطاقة المتجددة ومصادرها غير القابلة للنضوب أو النفاذ بنوع من التفصيل، وهي كالآتي:

1. الطاقة الحيوية:

ينتج هذا المورد الطاقوري عن تشكيلة من المواد الخام بالكتلة الأحيائية، بما في ذلك الغابات، والمخلفات الزراعية ومخلفات الحيوانات، زراعة الغابات ذات الدورة القصيرة، والمكون العضوي للنفايات

الحضرية الصلبة، وغيرها من المكونات الصلبة العضوية. ومن خلال مزيج من العمليات هناك إمكانية لاستخدام هذه المواد الخام مباشرة في الكهرباء أو الحرارة أو استخدامها لإنتاج وقود غازي أو سائل أو صلب. إذ تكمن أهمية الطاقة الحيوية على نحو معقد في نظم الكتلة الأحيائية العالمية لإنتاج الغذاء والعلف والألياف وللمنتجات الحراجية، وكذلك في إدارة المخلفات والنفايات. ولعل الأهم هو أن الطاقة الحيوية تضطلع بدور حاسم في سبل العيش اليومية لمليارات البشر في البلدان النامية. وسيتلزم توسيع نطاق إنتاج الطاقة الحيوية توسيعا كبيرا في إدارة متقدمة لاستخدام الأراضي والمياه من أجل الوصول إلى إدراك أعمق للتفاعلات المعقدة بين المجتمع والطاقة والبيئة والمرتبطة بإنتاج الطاقة الحيوية واستخداماتها.

وتندرج الاستخدامات الرئيسية للكتلة الأحيائية ضمن فئتين واسعتين تشملان ما يأتي:

– الكتلة الأحيائية التقليدية منخفضة االنجاعة: مثل الخشب والقش والروث وغير ذلك من أنواع السماد الطبيعي للطهي والإنارة وتدفئة الأماكن، ويستخدمها في الغالب السكان الأكثر فقرا في البلدان النامية. لكن، غالبا ما يجري حرق هذا النوع من الكتلة الأحيائية، مما يؤدي إلى آثار سلبية خطيرة على السكان وصحتهم.

– الطاقة الحيوية الحديثة عالية النجاعة: يستخدم هذا النوع من الكتلة الأحيائية مواد صلبة وسائلة وغازية كناقلات للطاقة الثانوية لتوليد الحرارة والكهرباء ولتوليد الطاقة المشتركة ولوقود النقل لقطاعات متنوعة. وتشمل أنواع الوقود الحيوي السائل: الإيثانول والديزل الأحيائي للنقل العالمي على الطرقات وبعض الاستخدامات الصناعية. وينصرف الإسهام الأهم لخدمات الطاقة هذه إلى المواد الصلبة، مثل نشارة خشب الحبيبات والخشب المستخلص الذي سبق استخدامه وغير ذلك. كما يشمل توليد الحرارة تدفئة الأماكن والتدفئة بالمياه الساخنة، مثلما يحدث في نظم تدفئة المدن. وتشير التقديرات إلى أن إجمالي الإمدادات المقدمة من الكتلة الأحيائية الأولية للطاقة الحيوية الحديثة يبلغ 11.3 إكسغل/سنويا، وتقارب الطاقة الثانوية المقدمة للاستخدام النهائي للمستهلكين زهاء 6.6 إكسغل/ سنويا.

علاوة على ما ورد، يتسم نطاق تكنولوجيات الطاقة الحيوية بالاتساع ويتنوع نضجها الفني بشكل كبير، كما تقدم الطاقة الحيوية بشكل تقليدي منتوجا مستمرا يمكن التحكم به. وتشمل تطبيقات تكنولوجيات الطاقة الحيوية إعدادات مركزية ولامركزية، وذلك في ظل الاستخدام التقليدي للكتلة الأحيائية في البلدان النامية الذي يعتبر التطبيق الأكثر انتشارا.

2. الطاقة الشمسية:

تشير الطاقة الشمسية إلى قاعدة الطاقة التكنولوجية للطاقة المتجددة المستفيدة من طاقة الشمس بصورة مباشرة. إذ تستخدم تكنولوجيات متجددة معينة، مثل الرياح والطاقة الحرارية البحرية، الطاقة الشمسية بعد امتصاصها في كوكب الأرض وتحولها إلى أشكال أخرى. وتشكل الطاقة الشمسية مصدرا مجانيا هائلا من الطاقة الكامنة غير الناضبة، فالطاقة الشمسية تتألف من الإشعاع الحراري المنبعث من الطبقة الخارجية للشمس، ولهذه الطاقة الإشعاعية، المسماة الإشعاع الشمسي، على مقربة من خارج الغلاف الجوي للأرض، ضخامة يبلغ متوسطها 1367 وات/م^2 لسطح متعامد مع أشعة الشمس. كما تتميز تكنولوجيات الطاقة الشمسية بأنها متنوعة في الطبيعة، وباستجابتها للطرق العديدة التي يستفيد بها البشر من الطاقة مثل التدفئة، الكهرباء والوقود، وتشكل هذه التكنولوجيات عائلة واحدة. لكن غالبا ما يتم التركيز على أربعة أنواع رئيسة لهذه التكنولوجيات هي: 1) الطاقة الشمسية الحرارية، وتشمل كل من تدفئة فاعلة أو سلبية للمباني، تسخين بالطاقة الشمسية للاستخدامات المنزلية والتجارية، تدفئة أحواض السباحة ومعالجة الحرارة للصناعة. 2) توليد كهرباء باستخدام أشباه الموصلات الضوئية عبر تحويل مباشر لضوء الشمس إلى كهرباء. 3) توليد كهرباء الطاقة الشمسية المركزة من خلال التركيز الضوئي للطاقة الشمسية للحصول على سوائل عالية الحرارة أو مواد لتشغيل المحركات الحرارية والمولدات الكهربائية. 4) إنتاج الوقود الشمسي والذي يستخدم الطاقة الشمسية لإنتاج أنواع وقود مفيدة.

بالإضافة إلى ذلك، تعد الطاقة الشمسية أهم مصدر نظيف للطاقة النقية على الكرة الأرضية. وقد شهدت الطاقة العالمية المركبة للكهرباء التي تعمل بالطاقة الشمسية نموا هائلا، حيث بلغت حوالي 227 جيجاوات في نهاية عام 2015، وأنتجت 1% من إجمالي الكهرباء عالميا. مع ذلك، تعتبر الطاقة الشمسية متغيرة، وإلى حد ما لا يمكن التنبؤ بها، بالرغم من أن الهيكل الزمني لناتج الطاقة الشمسية في بعض الظروف يترابط نسبيا بشكل جيد مع احتياجات الطاقة. ويوفر تخزين الطاقة الحرارية الخيار لتحسين التحكم في الناتج لبعض التكنولوجيات مثل مركزات الطاقة الشمسية والتدفئة الشمسية المباشرة. كما أن الاستغلال الأمثل للطاقة الشمسية يتطلب فضلا عن رؤوس الأموال الضخمة، تكنولوجيا متقدمة لا تتوفر عند أغلب الدول، خاصة الدول النامية والتي تمثل مراكز قوية للإشعاعات الشمسية.

3. الطاقة الحرارية الأرضية:

تتكون موارد الطاقة الحرارية الأرضية أو ما يعرف أيضا بطاقة الحرارة الجوفية للأرض، من الطاقة الحرارية المستمدة من باطن الأرض المخزونة في كل من الصخور والبخار المحتبس أو المياه السائلة،

وتستخدم لتوليد الطاقة الكهربائية في محطات الطاقة الحرارية أو في التطبيقات المنزلية والصناعية الزراعية الأخرى التي تتطلب الحرارة بما في ذلك تدفئة المدن، وكذلك في تطبيقات توليد الحرارة والطاقة المشترك. وتستخرج الحرارة من مستودعات حرارية أرضية من خلال الآبار أو وسائل أخرى. وتسمى المستودعات الساخنة التي تسمح بالنفاذ إليها على نحو كاف وبشكل طبيعي بالمستودعات الهيدروحرارية، أما المستودعات الساخنة على نحو كاف بينما جرى تحسينها بمحفز هيدرولي فيطلق عليها النظم الحرارية الأرضية المعززة.

من المهم الإشارة هنا، إلى أنه ليس لتغير المناخ أي تأثيرات تذكر على فعالية الطاقة الحرارية الأرضية. فالطاقة الحرارية الأرضية مورد متجدد حيث أن الحرارة المحتبسة في خزان نشيط يتيح استعادتها باستمرار بواسطة إنتاج الحرارة الطبيعية، والنقل والحمل من المناطق المحيطة الأكثر سخونة، والسوائل الحرارية الأرضية تتجدد بإعادة الشحن الطبيعي وإعادة حقن السوائل المبردة.

4. الطاقة الكهرومائية:

تستمد الطاقة الكهرمائية قدرتها على إنتاج خدمات الطاقة من طاقة المياه المتحركة من أماكن عالية إلى منخفضة لتوليد الكهرباء أساسا. وتشمل مشاريع الطاقة الكهرمائية مشاريع السدود مع الخزانات، ومشاريع التدفق الطبيعي للأنهار والانسياب الداخلي، وتغطي مجموعة عريضة من المشاريع متفاوتة الحجم. وهذا التنوع الذي يحوز عليه هذا المورد الطاقوي المتجدد يمنح الطاقة الكهرمائية القدرة على تلبية الاحتياجات الحضرية المركزية الضخمة فضلا عن الاحتياجات الريفية غير المركزة. كما أن تشغيل مستودعات الطاقة الكهرمائية يعكس غالبا استخداماتها المتعددة، على سبيل توفير مياه الشرب والري، التحكم في الفيضان والجفاف، والملاحة، علاوة على الإمداد بالطاقة.

وتشير الإحصاءات إلى أن نسبة توليد الطاقة الكهرومائية تزايدت على المستوى العالمي، كما أن الصين حافظت على الريادة في هذا المجال، حيث تم تشغيل ما لا يقل عن 31.5 جيجاوات من محطات الطاقة الكهرومائية الجديدة سنة 2015، وبناءً عليه فقد بلغت القدرات المركبة إلى حوالي 1246 جيجاوات على مستوى العالم، وبالتالي ارتفعت الطاقة المولدة لتصل إلى حوالي 4102 تيراوات ساعة.

5. الطاقة البحرية (طاقة المد والجزر):

تعرف الطاقة البحرية على أنها الطاقة المستمدة من ماء البحر الكامنة والحركية والحرارية والكيميائية، والتي يمكن تحويلها لتوفير الكهرباء والحرارة أو مياه شرب. وتستمد الطاقة البحلرية مواردها من

ستة مصادر مختلفة، كل منها له أصول مختلفة، كما تتطلب تكنولوجيات مختلفة للتحويل، وهذه المصادر هي: 1) طاقة الأمواج المستمدة من نقل الطاقة الحركية للرياح إلى السطح العلوي للمحيط، 2) نطاق المد بواسطة ارتفاع المد وهبوطه، 3) تيارات المد والجزر المستمدة من تدفق المياه التي تنجم عن عمليات ملء وإفراغ المناطق الساحلية الناتجة عن المد والجزر، 4) تيارات المحيط المستمدة من دوران المحيط المدفوع بالرياح وبالتباين الحراري والملحي، 5) تحويل الطاقة الحرارية للبحار، 6) تدرجات الملوحة أي الطاقة التناضحية المشتقة من اختلافات ملوحة المياه العذبة والمحيطات عند مصبات الأنهار.

توفر الطاقة البحرية كمصدر طاقوي بديل ومتجدد مزايا متعددة بما في ذلك إمكانية خفض انبعاثات الكربون على المدى الطويل، لكن من غير المحتمل أن تدعم مساهمة كبيرة على المدى القصير، فهي لا تزال في مرحلة وليدة من التجريب والتطوير. كما تقدم الفئات الست الرئيسية لتكنولوجيا الطاقة البحرية فرصا عديدة في مسارات التنمية المحتملة، وغالبا ما توفر آثارا بيئية محتملة منخفضة كما هو مفهوم في الوقت الراهن. كما تعتبر تيارات المحيط، الطاقة الحرارية للبحار، تدرجات الملوحة وطاقة الأمواج، إلى حد ما، مترابطة بما فيه الكفاية لتوليد طاقة الحمل الأساسية. وبما أن الدراسات المقدمة لاتزال في مرحلة مبكرة، ونظرا للقدر الكبير من انعدام اليقين المتصل بالإمكانيات الفنية للطاقة البحرية، فإن التقديرات الفنية لإمكانات الطاقة البحرية تختلف اختلافا كبيرا، لاسيما ما تعلق منها بتقييم الدور المستقبلي للطاقة البحرية في التخفيف من تغير المناخ.

6. طاقة الرياح:

تقوم طاقة الرياح على تسخير الطاقة الحركية للهواء المتحرك. وقد استخدمت طاقة الرياح لآلاف السنين في طائفة واسعة من التطبيقات، بيد أن استخدام طاقة الرياح لتوليد الكهرباء على نطاق تجاري، لم يصبح خيارا مجديا إلا في سبعينات القرن الماضي نتيجة للتقدم الفني والدعم الحكومي. ويتوافر عدد كبير من تكنولوجيات الاستفادة من طاقة الرياح واستخداماتها المختلفة، لكن الاستخدام الأساسي ذو الصلة بالتخفيف من حدة تغير المناخ يكمن في إنتاج الكهرباء من توربينات الرياح الضخمة الموجودة على اليابسة (البرية) أو في البحر أو مجاري المياه العذبة (البحرية).

لقد بلغت طاقة توليد طاقة الرياح على المستوى العالمي 435 جيجاوات في نهاية عام 2015، أي حوالي 7% من إجمالي إنتاج الطاقة العالمية، مسجلة معدل نمو عالمي قدر بـ17.2%. كما بلغت الطاقة

المولدة من مشروعات طاقة الرياح على مستوى العالم 950 تيراوات ساعة في عام 2015، أي ما يعادل حوالي 4% من إجمالي توليد الطاقة العالمي. وقد أنتجت الدنمارك حوالي 42% من كهرباء طاقة الرياح في عام 2015، وهو أعلى رقم سجل عالميا، بينما أسهمت طاقة الرياح في ألمانيا بنسبة 13% من استهلاك الطاقة في البلاد في عام 2015. بالإضافة إلى ذلك، توفر طاقة الرياح إمكانات كبيرة لتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة في الأجلين القريب والبعيد، وتفيد الدراسات بأن قدرة الرياح المركبة على الإيفاء بالطلب العالمي على الكهرباء، يمكن أن تنمو لتتجاوز 20% بحلول 2050، وذلك إذا بذلت جهود طموحة لتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة والتصدي للعوائق الأخرى التي تعرقل زيادة انتشار استخدام طاقة الرياح. وقد تم بالفعل نشر طاقة الرياح على البر بوتيرة سريعة في بلدان كثيرة، ولا توجد حواجز فنية يستعصي التغلب عليها تحول دون زيادة مستويات تغلغل طاقة الرياح في نظم الإمداد بالكهرباء. وفي بعض المناطق التي تتوفر بها موارد كبيرة للرياح، فإن تكاليف طاقة الرياح تنافس بالفعل الأسعار الراهنة في سوق الطاقة، حتى وإن لم تؤخذ الآثار البيئية النسبية في الاعتبار.

المحاضرتين التاسعة والعاشرة: الطاقة النووية وظاهرة الانتشار النووي:

الاستخدامات، الأبعاد والمخاطر

تم إنشاء أول محطة للطاقة النووية في الخمسينيات من القرن الماضي، وقد شهدت الطاقة النووية نموا سريعا للغاية خلال السبعينات، حيث عززت أزمة البترول في تلك الفترة من تطوير إنتاج طاقة نووية منخفضة التكلفة، وقد تحقق النمو اللاحق للطاقة النووية بعد ردود الفعل على كارثة تشرنوبيل سنة 1986، فمع بداية عام 2000 حدث نمو غير متوقع للطاقة النووية نتيجة للتنمية الاقتصادية بالدول الآسيوية. وتمتاز الطاقة النووية بأنها مصدر طاقوي آمن وموثوق، بالإضافة إلى أنه ذو سعر تنافسي في كثير من البلدان. ورغم أن حادث فوكوشيما في مارس 2012 قد أدى مجددا في عدد من البلدان إلى توقف نمو المحطات النووية وإعادة التفكير الجدي في الآثار العكسية المحتملة لهذا المورد، إلا أنه منذ ذلك الوقت وبعد سلسلة من مراجعات السلامة، استمر تطور القدرات النووية لبعض الدول الأخرى التي بقيت ملتزمة به حتى الآن.

وبيد أن القيود والعراقيل التي تعيق الحاجة الملحة إلى زيادة وتطوير إنتاج الطاقة النووية على المستوى العالمي، غير محكومة بالدرجة الأولى بالاعتبارات البيئية ولا الصحية، كما سبق تسليط الضوء عليه في مصادر الطاقة الأحفوري الأخرى، حيث لمحطات الطاقة النووية تأثير ضئيل على البيئة وهي تعتبر من أنظف مصادر الوقود الأحفوري، بقدر ما هي مرتبطة بالدوافع والنوايا الحقيقية للدول الساعية نحو امتلاك هذا المورد الطاقوي، أو بالأحرى بسعيها الخفي أو المصرح به إلى حيازة السلاح النووي، وبروز مشكلة ما أصبح يعرف منذ نهاية الحرب العالمية الثانية بظاهرة الانتشار النووي، وفيما يأتي سوف نقوم بتحليل الأهمية الإستراتيجية للطاقة النووية انطلاقا من مناقشة الاستخدامات السلمية والأغراض العسكرية لها، ومدى تأثير ذلك على ضمان الأمن الدولي والسعي إلى الحفاظ عليه.

1. ضبط المفاهيم الرئيسية:

- الطاقة النووية:

تعرف الطاقة النووية على أنها القوة الناتجة عن انشطار واندماج الذرة، ويتولد هذا المورد الطاقوي نتيجة سلسلة من التفاعلات الدقيقة والمتتالية كأثر لانشطار الذرة ولاندماج عدد منها كاليورانيوم الذي يعتبر

المادة الأساسية والمصدر الرئيسي في توليد الطاقة النووية، إضافة إلى الترتيوم والديوتريوم والثوريوم والراديوم، والبلوتونيوم الذي ينتج صناعيا. وقد اختير اليورانيوم باعتباره أثقل مادة طبيعية مشعة قادرة على توليد الطاقة النووية، وتعتبر الموارد الإجمالية المثبتة من اليوارنيوم كافية لأكثر سنة.

- المفاعلات النووية:

هي وسائط نووية، ويحتوي المفاعل على قلب من المادة القابلة للانشطار، أي الوقود، يحدث داخله إنتاج الطاقة النووية من خلال التحكم في تفاعل متسلسل ومنضبط. وتختلف المادة الانشطارية تبعا لطراز المفاعل، لكنها قد تكون اليورانيوم الطبيعي الذي يحوي ما نسبته 0.7% من اليورانيوم U-235 القابل للانشطار، أو اليورانيوم المخصب بهدف زيادة نسبة U-235 فيه إلى نحو 3%. كما تتضمن المفاعلات النووية ثلاث أجزاء أخرى هي: وسيلة ضبط التفاعل المتسلسل، ومهدئ يحيط بالقلب القابل للانشطار، وفي هذا تطلق عملية الانشطار النووي، وأخيرا وسيلة لتصريف الحرارة التي ينتجها داخل قلب التفاعل، هذا التفاعل المتسلسل الذي بإمكانه أن يطلق أيضا البخار اللازم لدفع العنفات وتوليد الكهرباء.

وقد استحدثت المفاعلات النووية لأربع غايات رئيسة، هي:1) تأمين الكهرباء لأغراض مدنية، 2) لاستخدام المفاعلات كوحدات دفع في سفن الأساطيل خاصة الغواصات، 3) لعمليات اختبار المواد وأغراض البحوث والتجارب و4) لإنتاج البلوتونيوم اللازم للقنابل الحربية. وتوجد في الوقت الحالي خمس طرازات مختلفة من المفاعلات النووية هي: 1) المفاعلات العاملة بالماء الخفيف، 2) المفاعل العاملة بالماء الثقيل، 3) المفاعلات المبردة بالغاز، 4) مفاعلات الغاز عالية الحرارة و5) المفاعلات المولدة السريعة.

- تكنولوجيا التخصيب وتكنولوجيا إعادة المعالجة:

ينبغي تخصيب اليورانيوم إذا ما أريد استخدامه في طرازات معينة من المفاعلات وفي تصنيع الأسلحة. وهذا يعني أن تركيز اليورانيوم U-235 القابل للانشطار يجب أن يضاعف بوسائل فيزيائية، وليس بوسائل كيمياوية، قبل أن يكون بالإمكان تصنيعه على شكل وقود. وثمة ستة أشكال من التكنولوجيا المتعلقة بزياد تركيز أي تخصيب اليورانيوم U-235، وهي: 1) الانتثار الغازي، 2) الفصل الغازي بالقوة الطاردة، 3) الفصل التحريكي الهوائي أو فوهة بيكر، 4) التخصيب بأشعة الليزر، 5) الفصل بالنظائر الكهرومغناطيسية و6) الفصل الكيميائي.

أما تكنولوجيا إعادة المعالجة، فتختص بفصل وسائط إعادة المعالجة وبوسائل كيمياوية، البلوتونيوم عن المنتجات الأخرى القابلة للانشطار التي توجد في الوقود المستنفد الذي يطرحه المفاعل النووي.

- الأسلحة النووية:

لابد لأي دولة تسعى إلى حيازة السلاح النووي امتلاك المواد الأساسية اللازمة لتركيب هذه الأسلحة، كما أن العمليات المرحلية التي ينطوي عليها هذا الغرض بالغة التعقيد، وتتطلب مجموعة واسعة من المهارات العلمية والتقنية. فالأسلحة النووية تستمد طاقتها إما من انقسام الذرات، وهي ما تعرف بأسلحة الانشطار النووي، أو من اتحادها، وهي ما يسمى الأسلحة النووية الحرارية أو أسلحة التحام النوى الذرية. والذرات ذات الكتلة الكبيرة كاليورانيوم والبلوتونيوم، أي المواد الانشطارية، هي وحدها القادرة على الانقسام، بينما الالتحام لا يمكن حدوثه في الذرات الصغيرة جدا كالهيدروجين، بما في ذلك الديوتريوم والترتيوم. ويعمل السلاح الانشطاري بواسطة إطلاق تفاعل نووي من دون تحكم يؤدي عمليا إلى شطر الذرات. في حين أن سلاح الالتحام الذري، فهو في الأساس سلاح انشطاري أضيفت إليه مرحلة ثانية هي مرحلة الالتحام الذري، وتنتج عملية التحام النوى الذرية من ضغط وتسخين ذرات الهيدروجين بواسطة أداة الانشطار الأولي.

- تكنولوجيا الأسلحة النووية:

يقتضي الحصول على الماتين الانشطارتين اللتين يحتاج إليهما لتركيب السلاح النووي إجراء عمليات مرحلية مفصلية. فاليورانيوم موجود في الطبيعة، وهو مؤلف من 99.3% من اليورانيوم 238، والذي يرمز إليه بـــU-238، و0.7% من اليورانيوم 235، والذي يرمز إليه بـــU-235. والشكل النظائري الأخير، حيث U-235 له نفس الخصائص الكيمياوية التي يتميز بها U-238، لكن له وزنا ذريا مختلفا، هو الذي يستخدم في تصنيع الأسلحة النووية. ويستدعي ذلك زيادة كمية اليورانيوم U-235 الموجودة ضمن كمية من اليورانيوم الطبيعي إلى مرتبة الأسلحة، وذلك بواسطة عملية مرحلة تسمى التخصيب، وبحيث تصل نسبته في العينة إلى 90% أو أكثر. وعندما يتم تجميع كمية من اليورانيوم U-235 من مرتبة الأسلحة الكافية لتأمين الكتلة الحرجة، وهي التي تحددها الوكالة الدولية للطاقة الذرية بـــ25 كيلوغراما - رغم أن الكمية من الممكن أن تكون أقل- عندها يكون هناك من المادة الانشطارية ما يكفي لتركيب سلاح نووي واحد.

أما البلوتونيوم فهو مادة صناعية وليست طبيعية، وهو بالأحرى أحد المنتجات النهائية لعملية معالجة اليورانيوم الطبيعي، أو اليورانيوم المخصب قليلا جدا (2–3%) بالطاقة المشعة ضمن مفاعل نووي. وعليه، فإن البلوتونيوم (Pu–239) هو محصلة عملية تفاعل نووي تحدث تحت السيطرة. ولأن البلوتونيوم يختلف كيمياويا عن اليورانيوم، يمكن فصل المادتين بواسطة عملية تدعى إعادة المعالجة. ولما يتم فصله يعد البلوتونيوم مادة انشطارية فعالة جدا، لأن كتلتها الحرجة أصغر من تلك الموجودة في اليورانيوم U– 235، ولا يتطلب الأمر أكثر من 6 إلى 8 كيلوغرام منها لصنع سلاح نووي واحد.

2– الطاقة النووية: الاستخدامات والأغراض:

في هذا الخصوص، سيتم التركيز على أهم الاستخدامات السلمية والمدنية للطاقة النووية، باعتبارها إحدى المصادر الطاقوية الهائلة التي يتم المراهنة عليها اليوم في مجال تعويض النقص الكبير والمتنامي في مصادر الوقود الأحفوري الأخرى.

تتلخص أهم القدرات الكامنة في الطاقة النووية في قابليتها للتحويل إلى كهرباء أو قدرة حرارية عالية تستخدم في الأغراض المدنية. وبيد أنه لم يكن من المتوقع لسنوات خلت أنه بإمكان هذه الطاقة أن تنافس في المستقبل القريب موارد الطاقة الأخرى كالبترول والفحم والغاز الطبيعي، وحتى مساقط المياه في الأغراض الاقتصادية الضرورية، إلا أن ما استجد من تطورات حديثة قد أكد إمكانية إقامة محطات توليد نووية على أسس اقتصادية محضة، حيث يمكن أن يولد 453.59 غرام من اليورانيوم أو البلوتونيوم 12 مليون كيلو وات/ساعة من الطاقة الكهربائية أو أكثر، وهو ما يمكن الحصول عليه من 6000 طن من الفحم الحجري.

وفي حين أن الطاقة النووية تمتاز من حيث ذراتها ومكوناتها عن باقي عناصر الطاقة، بأنها ذات قدرة حرارية مرتفعة، تشير الأرقام إلى أن الطاقة الناتجة عن قذف غرام واحد من اليورانيوم تعادل الطاقة الناتجة عن 13.4 برميل من النفط، وأن الطاقة الحرارية الكامنة في كيلوغرام واحد من اليورانيوم تعادل الطاقة الكامنة في 2700 طن من الفحم. بالنظر إلى هذه الحقائق، يبدو أن بإمكان الاحتياطي المؤكد لليورانيوم في العالم وبالرغم من قلته، أن يشكل إحدى أهم مصادر الطاقة البديلة، خصوصا إذا علمنا أنه باستطاعته أن يولد من الطاقة ما يعادل 30 ضعف الطاقة المولدة من الاحتياطات العالمية المؤكدة من النفط والفحم مجتمعة.

على مستوى آخر، وهي من أقل الإمكانات المعروفة عن استخدامات اليورانيوم ولكن من أكثرها أهمية، استعماله لحفظ الأغذية وكعلاج طبي وللأبحاث العلمية، وقد أدت هذه الاستخدامات إلى إيجاد العديد من المنتجات وطرق المعالجة الصناعية، كما قد تستخدم موارد الطاقة النووية في النقل البحري خاصة الغواصات وحاملات الطائرات. يضاف إلى ذلك، أن الطاقة النووية تعتبر طاقة موثوق بها يمكن استخدامها في أي مكان في العالم ولا تتأثر بالأحوال الجوية مثل باقي مصادر الطاقة المتجددة. ولأن اليورانيوم هو وقود الطاقة النووية، تشير الدراسات إلى تواجده بكثرة وبكثافة عالية مع سهولة استخدامه ونقله من مكان لآخر مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى، كما أن محطات الطاقة النووية تحتاج إلى مساحة أرضية صغيرة مقارنة بمحطات الطاقة الشمسية مثلا. كما أن تكاليف نقله منخفضة مقارنة بتكاليف مصادر الطاقة الأخرى كالفحم والنفط، ولهذا الواقع أهميته القصوى في إمكانية إنشاء محطات الطاقة الكهربائية النووية بالقرب من المراكز الصناعية والأسواق الاستهلاكية.

في المقابل، تبرز عدة عوامل تحد من انتشار استغلال الطاقة النووية في العالم على نطاق أوسع، وذلك بصرف النظر عن العوامل المتعلقة بالانتشار النووي وآثاره التي ستتم مناقشتها لاحقا، حيث تتعلق هذه التحديات أو العوامل في المقام الأول بمحدودية إنتاج اليورانيوم في العالم وإمكانية نضوبه كونه يمثل مصدرا رئيسيا غير متجددا لتوليد الطاقة النووية، مع ارتفاع أسعاره بشكل مضطرد في التجارة الدولية في الآونة الأخيرة. فضلا عن ضخامة رأس المال اللازم لإنتاج الطاقة النووية، حيث يتطلب إنشاء مفاعل نووي تكاليف مرتفعة ومدة زمنية طويلة نسبيا قياسا بمصادر الطاقة الأخرى، هذا إلى جانب العامل السياسي الذي يشكل حاجزا كبيرا يزيد من صعوبة تشغيل المفاعلات النووية، لاسيما ما تعلق بصعوبة الحصول على كادر مختص وسري لإدارة المفاعل النووي. علاوة على هذا، تبرز من جهة أخرى الآثار الجانبية العكسية لإنتاج الطاقة النووية على البيئة، وتحديدا ما يعرف بالتلوث الإشعاعي الذي تولده المفاعلات النووية جوا من جراء تسرب الإشعاعات من داخل المفاعلات إلى الخارج، أو بحرا من جراء تلوث المياه الذي قد ينتجه استخدام الماء لتبريد المفاعلات. كما أن هناك مشكلة محورية تتعلق بالصناعات النووية، وهي صعوبة التخلص من النفايات الإشعاعية التي تتهدد البيئة وسكانها بشكل كبير.

مما تتقدم، يمكن القول أنه لا تزال الطاقة النووية بعيدة كثيرا عن أن تحل محل جميع أشكال الطاقة الأخرى، إذ لا يبدو أنه بإمكانها تحقيق ذلك في وقت قصير على الأقل، كما سبق وأن توقع لها البعض،

ولو أنه قد أصبح لهذه الطاقة مكانتها بين مصادر الطاقة الأخرى، هذه المكانة التي لا لبس في أن أهميتها ستزداد تدريجيا مع مرور الوقت.

3- الانتشار النووي والأمن الدولي: الأبعاد والمخاطر:

للأسلحة النووية آثار تدميرية هائلة، ونتيجة لهذا العامل أدخلت لجنة الأمم المتحدة للأسلحة التقليدية عام 1948، فئة جديدة عرفت بأسلحة الدمار الشامل للتمييز بينها وبين الأشكال التقليدية للأسلحة. وتشمل هذه الفئة أسلحة التفجير الذرية، أسلحة المواد المشعة، وأسلحة المواد الكيمياوية والبيولوجية المميتة، وأي أسلحة أخرى تستحدث في المستقبل وتحمل مواصفات شبيهة في مداها التدميري بتلك الخاصة بالقنبلة الذرية أو أي نوع من الأسلحة المذكورة.

تطلق الأسلحة النووية طاقتها التدميرية الشاملة بأشكال متميزة ثلاثة هي: الانفجار العنيف، الحرارة أو الإشعاع الحراري والإشعاع النووي. وكل شكل من هذه الأشكال يمكن أن يؤدي إلى إلحاق أضرار واسعة النطاق بساكني المنطقة المستهدفة من البشر وجل الكائنات الحية. وينطلق الإدراك الواسع لهذه الآثار مما خلفه السلاحان الملقان على مدينتي ناكازاكي وهيروشيما سنة 1945. علما أيضا أن هذين السلاحين الذين دمرا هاتين المدينتين اليابانيتين كانا محدودين نسبيا مقارنة مع قوى التدمير التي كشف عنها اختبار أسلحة نووية حرارية ظهرت بعدهما. كما أثبتت الآثار واسعة النطاق للإشعاع النووي، عندما أطاح انفجار كبير حدث في مجمع تشيرنوبيل النووي في الاتحاد السوفييتي سابقا (أوكرانيا حاليا) سنة 1986، وكان من شأن الدمار الذي خلفه هذا الانفجار أن هز العالم أجمع. وفي حين أن معالجة الآثار الفورية للانفجار حالت دون وقوع حادث نووي أخطر بكثير، فقد بقيت العواقب على المدى الطويل بالغة الأثر. إذ حملت الرياح الجارية الإشعاع النووي عبر الحدود الوطنية لبدان عديدة، الأمر الذي استدعى ضرورة القضاء على أعداد كبيرة من الحيوانات المصابة بالإشعاع، كما أدى إلى معاناة أناس كانوا على بعد مسافات كبيرة خارج منطقة الانفجار الأولي، من درجات متفاوتة من الأمراض الناتجة عن الإشعاع. وقد تكررت نفس الكارثة النووية تقريبا في مفاعل فوكوشيما اليابانية في مارس 2012، والتي دفعت باليابان إلى إغلاق مفاعلاتها النووية البالغ عددها 45، رغم أنها تعتمد عليها لتؤمن 30 بالمئة من طاقتها الكهربائية.

من هنا، بدأت تمثل مسألة الانتشار النووي أحد الأكثر المظاهر جلاءً على مدى خطورة الآثار والتهديدات المترتبة عن امتلاك الأسلحة النووية، وذلك بالموازاة مع شيوع ظاهرة انعدام اليقين بشأن مدى

التزام الوحدات الدولية بتوظيف موارد الطاقة النووية لأغراض سلمية بحثة، ومدى اتجاه بعضها الآخر إلى استغلالها لتحقيق أغراض عدوانية حربية غير معلنة. فمنذ العام 1945 طرأ تغير كبير على طبيعة الانتشار النووي ومضمونه في آن واحد. ومع انتهاء الحرب العالمية الثانية كانت الولايات المتحدة وحدها القادرة على تصنيع سلاح نووي، لكن منذ ذلك الوقت، انتشرت المعارف الخاصة بطرق تصنيع السلاح النووي على المستوى العالمي. وقد واكبت ذلك، تغيرات عميقة في السياسة الدولية بلغت ذروتها في الحدث الأكثر أهمية المتمثل في تفكك الاتحاد السوفييتي على إثر نهاية الحرب الباردة.

نتيجة لهذه التطورات، بات انتشار السلاح النووي يشكل قضية محورية تتعلق بتهديدات الأمن القومي والأمن الدولي على حد سواء. وبيد أن استيعاب أبعاد هذه القضية ومدى تعقيدها سوف يشكل تحديا أساسيا في السنوات القليلة المقبلة، فإن التحليلات التقليدية لمسألة الانتشار النووي اتجهت إلى التركيز على الدوافع التي تدفع الدول إلى امتلاك الأسلحة النووية، بيد أن الواقع يشير إلى أن عملية تحديد الدوافع والنوايا ومعها القدرات النووية ليست بالقضية السهلة، وإنما هي مسألة فائقة التعقيد والغموض. فضلا عن ذلك، تستدعي احتمالية نشوب صراع بين مجموعات المجتمع الواحد، وانهيار بعض الدول في عالم ما بعد الحرب الباردة، ضرورة إعادة النظر في الاتجاه التقليدي الذي يركز على انتشار الأسلحة النووية بين دولة وأخرى، نظرا إلى أنه لم يعد مستبعدا سعي أطراف فاعلة غير الدول، إلى امتلاك قدرات السلاح النووي. ذلك أن طبيعة النشاطات الإرهابية التي برزت منذ بداية القرن 21، فضلا عن الأحداث العنيفة التي أعقبتها في العقد الأخير، خصوصا في منطقة الشرق الأوسط، تشير إلى أن الفرضيات المتعلقة بالإرهاب النووي في حاجة إلى بعض المراجعة، إذا ما اعتبرت المجموعات المعنية أيضا بأن القدرات النووية يمكن أن تعزز تحقيق أهدافها السياسية.

وفي إطار السعي إلى التقليل من المخاطر الناجمة عن الانتشار النووي، يوصي بعض المتخصصين بأن انتشار الأسلحة النووية لا يمكن وضعه تحت السيطرة، لذا فإن الطريقة الأنسب للمضي قدما في هذا السبيل هي محاولة إدارة الشؤون الدولية بنشر القدرات النووية إلى دول جديدة، بحيث يمكن أن تنشأ وتتطور علاقات ردع تولد الاستقرار. لكن الصعوبة في مثل هذه الاستراتيجية تكمن في كونها تستند إلى ثقة كبيرة في إمكانية إدارة هذه العملية من دون انهيارها، وفي أن علاقات الردع النووي سوف تؤدي في نهاية المطاف إلى الاستقرار. بالإضافة إلى ذلك، عرفت الجهود المبذولة لمنع انتشار الأسلحة النووية مند عام 1945 بالنظام العالمي لمنع الانتشار النووي، وتكللت بإقرار أول معاهدة لمنع انتشار

الأسلحة النووية سنة 1970. ويتألف هذا النظام من شبكة متكاملة من معاهدات ومؤتمرات وقرارات تخص الحد من إنتاج الأسلحة ونزع السلاح، وغير ذلك من ترتيبات تحديد المعايير، والتي تؤمن اليوم إطارا شاملا لسلوك الدول والمنظمات الدولية والأطراف الفاعلة الأخرى في المجال النووي. تبعا لهذه المتغيرات، سوف يعتمد منع الانتشار النووي في المستقبل على مدى قدرة النظام العالمي لمنع انتشار السلاح النووي على التعامل بشكل فعال مع حجم المطالب الدولاتية على حيازة السلاح النووي والتي يتوقع أنها قد تظهر بشكل مفاجئ.

المحاضرتين الحادية عشر والثانية عشر: رهانات الطاقة البديلة والتنمية المستدامة

يقصد ببدائل الطاقة مصادر الطاقة التي يمكن أن يحل إحداها محل الآخر من حيث وفرتها، وإمكانية استخراجها وتحويلها فنيا للاستفادة منها في الإيفاء بالاحتياجات الطاقوية وخدماتها. وبينما تشكل مصادر الوقود الأحفوري (النفط، الغاز والفحم) إلى اليوم القاعدة الأساسية للاستهلاك العالمي من الطاقة، نبحث في هذا الخصوص أهمية موارد الطاقة غير المتجددة على اختلافها، وباعتبارها تمثل أكثر خيارات مصادر الطاقة البديلة نجاعة، نناقش مدى قدرتها على المساهمة في الحد من النضوب السريع والمتنامي لموارد الطاقة الأحفورية، وكذا مدى فعاليتها في السعي نحو بناء نموذج تنموي مستدام يستند في الأساس إلى مراعاة تعزيز التكامل بين الأبعاد الاجتماعية والجوانب الاقتصادية والآثار البيئية للتنمية.

1- الطاقة المتجددة وتلبية الاحتياجات الطاقوية:

على الصعيد العالمي، أسهمت الطاقة المتجددة بحوالي 19.3% من إجمالي استهلاك الطاقة سنة 2015، واستمر النمو في القدرات الطاقوية المنتجة من المصادر المتجددة للطاقة في عام 2016. وتركزت تلك الزيادة في قطاع الكهرباء، بينما كان نمو مصادر الطاقة المتجددة في قطاعي التدفئة والتبريد والنقل الأبطئ نسبيا، وتتركز معظم المشروعات الجديدة في مجال الطاقة المتجددة في البلدان النامية، بالإضافة إلى الصين التي تعتبر أكبر مطور للطاقة الكهربائية وللتدفئة من المصادرة المتجددة على مدى السنوات القليلة الماضية. وقد بلغ عدد العاملين في مجال الطاقة المتجددة حوالي 9.8 مليون شخص سنة 2016، ووفرت تكنولوجيات الخلايا الفوتوفلطية والوقود الحيوي أكبر عدد من تلك الوظائف، كما تركزت تلك العمالة في آسيا حيث شكلت ما يعادل 62% من نسبة جميع وظائف الطاقة المتجددة –باستثناء محطات الطاقة الكهرومائية الكبرى– بقيادة الصين.

من الملاحظ كذلك، أن إسهام الطاقة المتجددة يتباين تباينا واسعا في معروض الطاقة الأولي حسب البلد والإقليم. ويتنوع التوزيع الجغرافي لصناعة الطاقة المتجددة وكذلك الاستخدام والتصدير من العالم المتقدم إلى المناطق النامية الأخرى، لاسيما آسيا بما فيها الصين. فمن حيث القدرة المركبة للطاقة المتجددة، تقود الصين العالم الآن تليها الولايات المتحدة وألمانيا وإسبانيا والهند. وتتوزع الطاقة المتجددة بالتساوي أكثر من الوقود الأحفوري، مع أن هناك دول أو مناطق تعتبر غنية بموارد معينة من الطاقة المتجددة. وإذا كان من المنطقي أن تعد الموارد كبيرة من الناحية النظرية ويمكن أن تلبي جميع احتياجات الطاقة في المستقبل

البعيد، فإن التكلفة الإجمالية المقومة للطاقة للعديد من تكنولوجيات الطاقة المتجددة أعلى حاليا من الأسعار الموجودة للطاقة، بالرغم من أن الطاقة المتجددة في سياقات مختلفة هي فعلا في وضع تنافسي من الناحية الاقتصادية.

في هذا الشأن، تجدر الإشارة إلى أن تكلفة معظم تكنولوجيات الطاقة المتجددة قد عرفت انخفاضا، ومن المفترض أن يسفر مزيد من أوجه التقدم الفني المتوقعة عن مزيد من خفض التكاليف. ومثل هذه التخفيضات في التكاليف، فضلا عن التكلفة الخارجية بقيمتها النقدية لإمدادات الطاقة ستحسن القدرة التنافسية النسبية لموارد الطاقة المتجددة، وقد يتحقق نفس السيناريو إذا زادت أسعار السوق لعوامل أخرى.

2- الطاقة المتجددة ورهانات التنمية المستدامة:

يتزايد الطلب على الطاقة والخدمات المرتبطة بها لمواكبة التنمية الاجتماعية والاقتصادية وتحسين رفاهية الناس وصحتهم. وتحتاج جميع المجتمعات إلى خدمات الطاقة لتلبية الاحتياجات الإنسانية الأساسية. وبينما تتطلب استدامة عملية التنمية أن يكون توصيل خدمات الطاقة آمنا وآثارها البيئية منخفضة، تقتضي التنمية الاجتماعية والاقتصادية المستدامة كفالة سبل الوصول بأسعار معقولة إلى موارد الطاقة الضرورية لتوفير خدمات طاقة أساسية ومستدامة، وقد يعني هذا تطبيق إستراتيجيات مختلفة في مراحل مختلفة للتنمية الاقتصادية. ولكي تكون خدمات الطاقة سليمة بيئيا، ينبغي أن تكون آثارها البيئية منخفضة وانبعاثاتها من غازات الدفيئة ذات مستوى متدني للغاية. رغم ذلك، لقد أفاد تقرير التقييم الرابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، بأن الوقود الأحفوري الذي أسهم بنسبة 85% من إجمالي الطاقة الأولية في عام 2004، وهي القيمة نفسها التي أسهم بها في عام 2008، شكل احتراقه 56.6% من كافة انبعاثات غازات الدفيئة الناتجة عن النشاط البشري (ثاني أكسيد الكربون المكافئ) في 2004. فمنذ عام 1850 تقريبا، تزايد الاستخدام العالمي للوقود الأحفوري ليسيطر على المعروض من الطاقة مسفرا عن نمو سريع لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

نظرا إلى هذه الظروف والآثار العكسية، بدأ الانشغال الدولي بكيفيات وسبل تطوير استخدامات مصادر الطاقة المتجددة وتحسينها، وذلك لاضطلاعها بدور حاسم في إتاحة خدمات طاقة مستدامة، خاصة في مجال التخفيف من آثار تغير المناخ. وفضلا عن امتلاكها لإمكانيات ضخمة للتخفيف من حدة آثار تغير المناخ، بإمكان الطاقة المتجددة أن تقدم منافع أوسع. فقد تسهم الطاقة المتجددة، إذا ما

نفذت بشكل ملائم في التنمية الاجتماعية والاقتصادية، والحصول أكثر على الطاقة، وتوفير إمداد طاقوي آمن، والتقليل من الآثار السلبية على البيئة والصحة. وقد زاد نشر تكنولوجيات الطاقة المتجددة سريعا في السنوات الأخيرة، ويتوقع أن تزيد حصتها زيادة جوهرية في ضوء أكثر سيناريوهات التخفيف طموحا.

وفيما يأتي سنتعرف على إسهامات اطاقة المتجددة في مجالات التنمية والأمن والبيئة من خلال استكشاف مدى قدرة مصادر الطاقة المتجددة في توفير خدمات طاقة تساعد على خلق نهج تنموي مستدام.

– الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة: الإمكانات والفرص:

من ناحية التطور التاريخي، وبينما ارتبط تحقيق التنمية الاقتصادية ارتباطا وثيقا بالاستخدام المتزايد للطاقة وتنامي انبعاثات غازات الدفيئة، يبدو أن الطاقة المتجددة باستطاعتها المساعدة في فك هذا الارتباط والمساهمة في التنمية المستدامة. وبالرغم من أن الإسهام الدقيق للطاقة المتجددة في التنمية المستدامة بحاجة للتقييم على مستوى السياق القطري، تؤكد العديد من البحوث الفنية والدراسات الأكاديمية أن موارد الطاقة المتجددة وإمكاناتها الحالية والمتوقعة تتيح الفرصة أمام ضمان الحصول على خدمات الطاقة الحديثة بشكل لائق بتحقيق الأهداف الإنمائية للألفية، حيث تشير التقارير والدراسات ذات الشأن إلى الآتي:

– بإمكان الطاقة المتجددة الإسهام في التنمية الاجتماعية والاقتصادية. ففي ظل الظروف الملائمة، هناك فرصة لتوفير التكاليف مقارنة باستخدام الطاقة غير المتجددة، لاسيما في المناطق البعيدة والمناطق الريفية الفقيرة التي تشهد نقصا فادحا في الإمدادات المركزية بالطاقة. ويمكن غالبا خفض التكاليف المرتبطة باستيراد الطاقة من خلال نشر التكنولوجيات المحلية للطاقة المتجددة والتي ثبتت قدرتها التنافسية. ونظرا لطبيعتها اللامركزية من الممكن أيضا أن تلعب الطاقة المتجددة دورا مهما في تعزيز التنمية الريفية، إذ ينظر إلى استحداث فرص العمل كأثر إيجابي طويل الأمد لهذه الطاقة في كل من البلدان النامية والمتقدمة، بالرغم من أن الدراسات المتاحة تختلف فيما يخص حجم العمالة الصافية.

– يمكن للطاقة المتجددة أن تساعد في تسريع وتيرة الحصول على الطاقة وتعززها، لاسيما للناس البالغ عددهم 1.4 مليار نسمة الذين يعيشون بدون كهرباء، حوالي 85% منهم في المناطق الريفية، بالإضافة إلى 1.3 مليار نسمة الذين يستخدمون الكتلة الأحيائية التقليدية. كما يمكن أن يوفر الحصول على خدمات الطاقة الحديثة في مستوياتها الأساسية منافع مهمة للأسر والمجتمع ككل. ففي العديد من البلدان النامية، وسعت الشبكات اللامركزية المعتمدة على الطاقة المتجددة، ومعه إدماج الطاقة المتجددة في شبكات الطاقة

المركزية من قاعدة الحصول على الطاقة وزادت من كفاءتها. علاوة على ذلك، توفر تكنولوجيات الطاقة المتجددة غير الكهربائية أيضا فرصا لتحديث خدمات الطاقة، على سبيل المثال، استخدام الطاقة الشمسية لتسخين الماء وتجفيف المحاصيل، والوقود الأحيائي للنقل، والغاز الأحيائي والكتلة الأحيائية الحديثة للتدفئة والتبريد والطهي والإضاءة، وطاقة الرياح لضخ المياه. ويتوقع أن يبقى عدد الناس الذين يعيشون بدون الاستفادة من خدمات الطاقة الحديثة من دون تغيير ما لم تنفذ السياسات المحلية ذات الصلة، التي يمكن أن تدعم أو تستكمل بالمساعدة الدولية عند الضرورة. ويشار إلى الانتقال إلى الحصول على الطاقة الحديثة على أنه ارتقاء في سلم الطاقة، ويعني ذلك التحول من الوقود/الأجهزة التقليدية إلى مزيد من الأجهزة المستحدثة التي هي أكثر لطفا بالبيئة ولها تأثيرات سلبية أقل على الصحة.

– تتيح خيارات الطاقة المتجددة إمكانية تحقيق إمداد بالطاقة يكون أكثر أمنا، إذ بمقدورها عموما تخفيف الشواغل بشأن أمن الطاقة، والذي يوصف بأنه توفر الموارد وتوزيعها، فضلا عن تنوع إمدادات الطاقة وموثوقيتها. وذلك بالرغم من أنه يجب مراعاة تحديات معينة تتصل بمسألة الإدماج، حيث يمكن أن يقلل نشر الطاقة المتجددة من إمكانية التعرض لانقطاع الإمداد والحد أيضا من تأثر الاقتصاد بتقلبات الأسعار (أسعار الوقود الأحفوري)، إذا ما زادت المنافسة وتنوعت حافظة مصادر الطاقة. وتشير الدراسات إلى أن الانشغالات المتعلقة بإمداد الطاقة الآمن قد تستمر في المستقبل ما لم تطرأ تحسينات تكنولوجية في قطاع النقل، كما تستلزم سمات المخرجات المتغيرة لبعض تكنولوجيات الطاقة المتجددة في غالب الأحيان تدابير فنية ومؤسسية تناسب الظروف المحلية لضمان موثوقية الإمداد بالطاقة.

– يشكل الحصول على الطاقة النظيفة والموثوقة شرطا مسبقا مهما للتنمية البشرية، ويساهم ضمن جملة أمور في النشاط الاقتصادي، كتوليد الدخل، تخفيف حدة الفقر، تحسين مستويات الصحة والتعليم. نتيجة لذلك، يعتبر التخفيف من ظاهرة تغير المناخ أحد القوى الرئيسية الدافعة وراء الطلب المتزايد على تكنولوجيات الطاقة المتجددة. وعلاوة على الحد من انبعاثات غازات الدفيئة، يمكن لتكنولوجيات الطاقة المتجددة تقديم منافع بيئية وصحية مهمة أخرى مقارنة مع الآثار المرتبطة بتوليد الطاقة من الوقود الأحفوري. ويرتبط تعظيم هذه المنافع بالتكنولوجيا الخاصة والإدارة وخصائص الموقع المرتبطة بكل مشروع من مشاريع للطاقة المتجددة. حيث بإمكان تكنولوجيات الطاقة المتجددة، خاصة الخيارات التي لا تستند إلى الاحتراق، خفض مستويات تلوث الهواء وتقليل الانشغالات المتعلقة بالصحة. فعلى سبيل المثال، يمكن لتحسين استخدام الكتلة الأحيائية التقليدية أن ينقص الآثار السلبية على التنمية المستدامة، بما في ذلك تلوث الهواء محليا

وإقليميا، وانبعاثات غازات الدفيئة، وإزالة الغابات وتدهورها، كما بإمكانه خفض الآثار الصحية المتصلة بها. كما أن إنتاج الكهرباء من الرياح وطاقة أشباه الموصلات الضوئية الشمسية، يتطلب القليل من الماء للغاية بالمقارنة مع تكنولوجيات التحويل الحراري، وليس له آثار على نوعية المياه أو الهواء. باختصار، تنتج معظم تقنيات الطاقة المتجددة ملوثات هواء وماء تقليدية أقل من الوقود الأحفوري، لكن قد تتطلب كميات كبيرة من الأراضي، كالطاقة الكهرمائية القائمة على التخزين، وطاقة الرياح والوقود الحيوي. وبما أن تغير المناخ بمستوى معين أصبح أمرا لا مفر منه، فإن التكيف مع هذه الظاهرة أضحى أيضا عنصر أساسيا من عناصر تحقيق التنمية المستدامة.

بشكل عام، تشير الدراسات إلى أن الأهداف طويلة الأمد للطاقة المتجددة ومرونة التعلم من التجربة سوف تكون من الأمور الحاسمة لتحقيق التكلفة الفعالة والتغلغل المرتفع للطاقة المتجددة في مجال تلبية احتياجات الطاقة وخدماتها. وسيتطلب هذا تطوير منهجي لأطر السياسات التي تقلل من المخاطر وتضمن العوائد الموثوقة التي بإمكانها توفير الاستقرار على مدى زمني ذي صلة بالاستثمار. ومن الأمور الأكثر أهمية وجود مزيج مناسب يمكن التعويل عليه من أدوات السياسة، بما في ذلك سياسات نجاعة الطاقة، حيثما كانت البنية الأساسية للطاقة آخذة في التطور، وحيثما كان من المتوقع أن تكون هناك زيادة الطلب على الطاقة في المستقبل.

– تفعيل خدمات الطاقة المتجددة: القيود والقضايا:

تتمثل الميزة الأساسية للطاقة المتجددة في كونها ذات طبيعة لامركزية، فبعض أشكال الموارد المتجددة متاحة في كل مكان في العالم، على سبيل الإشعاع الشمسي والرياح والمياه المتساقطة والأمواج والمد والجزر والحرارة المختزنة في المحيطات أو في الأرض، بل هناك من التكنولوجيات التي يمكنها دعم تسخير هذه الأشكال من الطاقة وتعزيزها. لكن، بينما تبدو الفرص كبيرة، هناك قيود وقضايا تؤخر إدخال الطاقة المتجددة في الاقتصادات الحديثة.

تعرف القيود بأنها أي حاجز أو عقبة تقف أمام التوصل إلى هدف، أو إمكانات التكيف أو التخفيف التي يمكن التغلب عليها أو التخفيف منها بواسطة برنامج أو إجراء سياسي. ويمكن تصنيف القيود المختلفة لاستخدام الطاقة المتجددة بأنها إخفاقات السوق والقيود الاقتصادية، وقيود المعلومات والتوعية، والقيود الاجتماعية والثقافية والعوائق المؤسسية والسياسية. غالبا ما تكون إخفاقات السوق ناتجة عن التأثيرات

الخارجية، وهي تنشأ عن نشاط بشري، وذلك عندما لا يبدي الوكلاء المسؤولون عن النشاط اهتماما باعتبارات تأثير النشاط على الآخرين. يتمثل الإخفاق الثاني للسوق في امتلاك الإيجار من قبل كيانات احتكارية. ففي حالة نشر الطاقة المتجددة، قد تظهر إخفاقات السوق هذه على شكل قلة استثمار في الاختراع والابتكار في مجال تكنولوجيات الطاقة المتجددة، والتأثيرات والمخاطر البيئية غير المسعرة لاستخدام الطاقة، فضلا عن وقوع قوى احتكار البيع (بائع واحد) أو احتكار الشراء (مشتر واحد) في أسواق الطاقة. فعلى الرغم من تحرير أسواق الطاقة في العديد من البلدان في التسعينيات من القرن العشرين، لاتزال الهياكل الصناعية الحالية مركزة للغاية ولاتزال الأنظمة التي تحكم شركات الطاقة في دول عديدة مصممة حول المحتكرين أو أشباه المحتكرين من موفري الطاقة. وتتضمن القيود الاقتصادية الأخرى تكلفة الاستثمار المفتوح والمخاطر المالية، و يرجع هذا الأخير أحيانا إلى عدم نضج التكنولوجيا.

وتشمل قيود المعلومات والتوعية البيانات الناقصة حول الموارد الطبيعية، وغالبا ما يرجع ذلك إلى خصوصية الموقع ونقص القدرات البشرية الماهرة لاسيما في المناطق الريفية من البلدان النامية، فضلا عن غياب الوعي العام والمؤسسي. أما القيود الاجتماعية والثقافية فتتعلق كثيرا بالقيم والقواعد الاجتماعية والشخصية التي يمكن أن تؤثر على إدراك المنافع المحتملة للطاقة المتجددة وقبولها، وقد تكون بطيئة في التغيير. وتشمل القيود المؤسسية والسياسية الصناعة والبنية التحتية وتنظيم سوق الطاقة. كما يمكن أن تشكل حقوق الملكية الفكرية والتعريفات الجمركية في التجارة الدولية وعدم تخصيص الدعم المالي الحكومي حواجزا أخرى.

أما فيما تعلق بالقضايا المتصلة بتفعيل إنتاج الطاقة المتجددة، فهي لا تتأثر بشكل مباشر بالسياسات والبرامج. فالقضية هي أن موردا ما قد يكون نسبيا من الأصل أي غير مفيد في مكان معين أو لغرض معين. فبعض الموارد المتجددة مثل الرياح والطاقة الشمسية متغيرة وربما لا تكون متوفرة دائما لتحويلها عند الحاجة. علاوة على ذلك، فإن كثافة الطاقة من المصادر المتجددة الكثيرة منخفضة نسبيا، بحيث أن مستويات قوتها لا تكون كافية بمفردها لبعض الأغراض، مثل المنشآت الصناعية الكبيرة. وبهذا، تبدو الحاجة اليوم ملحة للغاية إلى تبني واعتماد سياسات طاقوية إدماجية تمزج بين الاستفادة من موارد الطاقة الأحفورية غير المتجددة وإمكانات الطاقة المتجددة غير الناضبة في آن واحد وإستراتيجية موحدة.

المراجع:

– أحمد محمد عبد الحميد مينة وآخرون، "مصادر الطاقة الكهربائية المتاحة في مصر والعالم"، مجلة العلوم البيئية. المجلد (43)، ج.1، جامعة عين شمس: معهد الدراسات والبحوث البيئية، سبتمبر 2018.

– أحمد موسى محمود، "جغرافية الطاقة"، محاضرات مقرر الجغرافيا الاقتصادية (المقرر الثالث). جامعة المنية، كلية الآداب، قسم الجغرافيا.

– أنور عبد الغني العقاد ومحمد عبد الحميد الحمادي، الجغرافية الاقتصادية: موارد الطاقة والموارد المعدنية. ج.2، الرياض: دار المريخ للنشر، د.س.ن.

– جون بيليس وستيف سميث، عولمة السياسة العالمية. ترجمة: مركز الخليج للأبحاث،الإمارت العربية المتحدة: مركز الخليج للأبحاث، 2004.

– عبد المنعم عبد الوهاب وآخرون، جغرافية النفط والطاقة. جامعة الموصل: مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر، 1981.

– قسم الجغرافيا (كلية الآداب)، "مفردات مادة الطاقة التقليدية للعام الدراسي 2019–2020"، مقياس جغرافية الطاقة التقليدية. 2019–2020.

– مركز بروكنجز، تقرير منتدى مركز بروكنجز الدوحة للطاقة 2014، تقرير مركز بروكنجز الدوحة ومبادرة أمن الطاقة، واشنطن/ الدوحة: معهد بروكنجز/ مركز بروكنجز الدوحة، 2–3 أبريل 2014.

– نجاة النيش، "الطاقة والبيئة والتنمية المستديمة"، دراسة. الكويت: المعهد العربي للتخطيط، يونيو 2001.

– الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، التقرير الخاص بشأن مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ، معهد بوتسدام لبحوث تأثير المناخ، 2011.