تحسين كفاءة استخدام الطاقة النظيفة
لأجل التنمية المستدامة والمحافظة على البيئة

أ. **بلمرابط أحمد**
كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير
جامعة باتنة

ملخص:

على الرغم من تنوع مصادر الطاقة المتوافرة عالمياً، وبدء دخول بعض المصادر المتجددة إلى حيز الاستخدام التطبيقي، إلا أن الدلائل تشير أن مصادر الطاقة التقليدية، خاصة النفط والغاز، ستبقى الخيار الرئيسي لتوفير الطاقة في العالم لعقود قادمة، وذلك بالنظر إلى المساهمة الكبيرة لهذه المصادر في مجموع إمدادات الطاقة على النطاق العالمي. وعلى ذلك فان إسهام هذه المصادر في تحقيق التنمية المستدامة يتطلب اتخاذ العديد من التدابير من أهمها العمل على ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها، فضلاً عن الحد من تأثيراتها السلبية على البيئة، خاصة ما يتعلق منها بتلوث الموارد الطبيعية والهواء والمياه والتربة.

Résumé:

Malgré la diversité des ressources énergétiques disponibles à l'échelle mondiale, l'existence de certaines ressources renouvelables dans la pratique, beaucoup d'indices montrent que les ressources énergétiques traditionnelles, particulièrement le pétrole et le gaz, restent le principal choix de l'offre énergétique dans le monde pour les décennies à venir vue leur grande participation dans l'ensemble énergétique de l'approvisionnement mondial. Pour cela la participation de ces ressources dans le développement durable demande plusieurs décisions et interventions dont les plus importantes s'appuient sur la rationalisation de la consommation et de l'utilisation de l'énergie tout en limitant ces aspects négatifs sur l'environnement surtout la limitation de la pollution des ressources naturelles spécialement l'eau, l'air et le sol.

مقدمة: لم يكن موضوع البيئة في المدة الأخيرة أمرا يقتصر الاهتمام به على الإيكولوجيين وذوي الاختصاص، وصانعي القرارات الاقتصادية و السياسية، بل أنه تعدى كل تلك الأطر ليصبح موضوع اهتمام الجميع، بغض النظر عن مواقعهم الاجتماعية والوظيفية، ولا غرابة في أن يتسع الاهتمام بموضوع البيئة بهذا الشكل لما له من أثر مباشر وغير مباشر على مختلف نواحي الحياة. إن أهمية البيئة ليس بالحدث الجديد أو الطارئ في السنوات الأخيرة بل أهميتها كانت تتزايد عبر الزمن، ولكن الجديد في الأمر هو زيادة الوعي بحقيقتها وبمدي إرتباطها بما سمي بالتنمية المستدامة، التي عقدت من أجلها القمم والمنتديات العالمية والجهوية. هذه التنمية المستدامة التي لم تعد ترفا فكريا، بل أصبحت مطلبا أساسيا لتحقيق العدالة والإنصاف في توزيع ثمار ومكاسب التنمية والثروات بين الأجيال المختلفة لشعوب المعمورة. إن تحقيق التنمية المستدامة لا يتطلب الاهتمام بمسائل النمو فحسب وإنما يتطلب الأمر الاهتمام أكثر بالمسائل الاجتماعية، والبيئية بشكل خاص، فإذا لم يتم إعادة أخد جميع الجوانب بعين الاعتبار(سواء كانت بيئية، أو طبيعية أو اقتصادية، أو غيرها...) فإن النمو بحد ذاته يصبح معرض للمخاطر في الأمد العيد. إذًا فالتنمية المستدامة أصبحت مرتبطة بالبيئة، وإنتاج الطاقة واستخداماتها لها بعدين: البعد البيئي، وبعد الاستدامة. فمن المعلوم أن مستوى الكفاءة الحالية في إنتاج واستهلاك الطاقة لم يصل بعد وبدرجات متفاوتة المستوى المطلوب. فهناك الكثير من القطاعات الكثيفة استخدام الطاقة في معظم الدول لازالت لا تراعي الجانب البيئي في استخدامها للطاقة، وتنتج غازات ومواد مضرة بالبيئة، كما أن هناك هدر واستغلال مبالغ فيه لمصادر الطاقة، وخاصة التقليدية منها، لم يؤخذ حق الأجيال القادمة فيها. من هنا بدأ الأمر، وكأن العالم قد أفاق من حلم ليواجه حقائق لا بد منها، وكانت النتيجة أن بدأ الاهتمام بمختلف مصادر الطاقة التي يمكن أن تخفف الضغط على مصادر الطاقة الناضبة (البترول بشكل خاص) في المدى القصير والمتوسط من جهة، والانتقال من الاعتماد عليه كمصدر رئيسي للطاقة، إلى الاعتماد على مصادر أكثر ديمومة أو متجددة باستمرار، وهذا حتى تأخذ كل الأجيال حقها من هذه الموارد.

أولا: مفهوم التنمية المستديمة: لقد مر مفهوم التنمية بعدة مراحل تعكس كل منها طبيعة وظروف الدول النامية ومراحل نموها من حيث طبيعة هياكلها الاقتصادية والسياسية

والاجتماعية من ناحية، وطبيعة علاقاتها بالأنظمة الدولية من ناحية أخرى. فخلال عقدي الأربعينات والخمسينات كان ينظر للتنمية على أساس أنها ارتفاع مستوى دخل الأفراد، حيث أنها كانت مرادفا لمفهوم النمو الاقتصادي[1]، أما في نظر بعض الاقتصاديين فكان ينظر إليها على أنها زيادة في متوسط دخل الفرد، ومن ثم زيادة في الدخل القومي، مع تحقيق معدلات نمو مرتفعة في قطاعات معينة[2]. ثم أصبح ينظر للتنمية في الستينات بأنها تعني مدى قدرة الاقتصاد القومي على تحقيق زيادة سنوية في الناتج القومي، بحيث يكون أعلى من معدل زيادة السكان، إلا أن هذا المفهوم أعيد صياغته بعد أن صاحب ارتفاع معدلات النمو الاقتصادي زيادة في عدد الفقراء، وارتفاع معدلات البطالة. وأصبح ينظر للتنمية في منتصف السبعينات بأنها عملية تخفيض أو القضاء على الفقر وسوء توزيع الدخل والبطالة، وذلك من خلال الزيادة المستمرة في معدلات النمو الاقتصادي[3]. وفي مرحلة لاحقة أصبح ينظر للتنمية بأنها النهوض الشامل للمجتمع بأسره وذلك من خلال إشباع حاجات الإنسان المتنامية[4]. غير أنه في الثمانينات ونتيجة زيادة الفجوة بين الدول النامية والدول المتقدمة ونتيجة لما شهدته الدول النامية من تدهور في مستوى دخولها لأسباب داخلية وخارجية ولجوئها للاقتراض الخارجي، ومن ثم استنزاف مواردها الطبيعية للوفاء بما عليها من ديون، أصبح ينظر إلى التنمية بأبعادها البيئية والبشرية مما أدى إلى بروز مفهوم جديد يسمى بـــ "التنمية المستدامة". فهذا المفهوم أول ما ظهر كان سنة 1987، بمعرفة اللجنة الدولية للبيئة ومدلوله "التنمية التي تحقق احتياجات الجيل الحالي دون التضحية بقدرة الأجيال القادمة على الوفاء باحتياجاتها،[5] ثم تأكد هذا المفهوم في وثيقة قمة الأرض عام 1992، في ريودجانيرو التي تضمنت سبع وعشرون بندًا دعت فيه إلى ضرورة تحقيق العدالة الاجتماعية بين الأجيال المختلفة في توزيع الموارد الطبيعية ضمانا لتواصل عملية التنمية، كما دعت أيضا إلى حق شعوب الدول النامية في الرقي والتقدم من أجل اللحاق بالدول المتقدمة، وذلك بتبني سياسات تحقق الحفاظ على البيئة ضمن إطار من التعاون الدولي، تتحمل فيه كل الدول نسبا من المسؤولية تتناسب وقدراتها وإمكانياتها المتاحة. ولتكون التنمية مستدامة فإنه ينبغي تحقيق التوازن بين المكونات الثلاثة التي يتألف منها إطار الحياة للمجتمع البشري وهي: الطبيعية، والتقنية، والإنسان. فلا يجب على الأنشطة البشرية أن تعتدي على الموارد الطبيعية وتهددها بالاستنزاف نتيجة

الإسراف في الاستهلاك مثلا. كما يجب تجنب الآثار السلبية الناتجة عن الاعتماد المتزايد للتقنيات الحديثة اللازمة للرقي بالحياة اليومية للإنسان، فعلى سبيل المثال فإن الأنشطة الصناعية في الوقت الحاضر أصبحت المحدد الرئيسي للاقتصاد في الدول الصناعية، حيث أصبحت المستخدم الرئيسي للخامات والموارد الطبيعية والطاقة، لأنه ينتج عن تلك الأنشطة الصناعية ملايين الأطنان من المخلفات، والانبعاثات التي تلقى في النهاية في المحيط الحيوي، وتتعدى في بعض الأحيان قدرة هذا المحيط على استيعاب تلك المخلفات مما يسبب مخاطر بيئية متزايدة، مثل تدهور الأراضي، وتدمير الغابات، والتصحر، والمعدلات الخطيرة لفقدان التنوع البيولوجي، وتآكل طبقة الأوزون وغيرها. إذًا فالتنمية المستدامة هي تعبير عن التنمية التي تتصف بالاستقرار وتمتلك عناصر الاستمرار والتواصل، فهي ليست واحدة من تلك الأنماط التنموية التي درج العلماء على إبرازها، مثل التنمية الاقتصادية، أو التنمية الاجتماعية، أو الثقافية، بل هي تشمل هذه الأنماط كافة، فهي تنمية تنهض بالأرض ومواردها، وتنهض بالموارد البشرية وتقوم بها، فهي تنمية تأخذ بنظر الاعتبار البعد الزمني وحق الأجيال القادمة في التمتع بالموارد الطبيعية. وهناك ثلاثة أبعاد رئيسية للتنمية المستدامة التي لها علاقة بقطاع الطاقة تتمثل في البعد البيئي والبشري والدولي.

1-1 البعد البيئي: لقد أدت الأحداث البيئية التي ظهرت خلال العقدين الأخيرين من القرن الماضي إلى أن تتشكل هناك قناعة شبه كاملة من أن إدارة البيئة بشكل سليم ومتوازن يعتبر ضرورة لعملية التنمية، وصار هناك إدراك متزايد بأن الفقر يعتبر من أبرز العوامل المتسببة في تهديد وتخريب التنمية في البلدان النامية.[6]

2-1 البعد البشري: يعني البعد البشري تحقيق معدلات نمو مرتفعة مع المحافظة على استقرار معدل نمو السكان، حتى لا تفرض ضغوطا كثيرة على الموارد الطبيعية، وقد أصبح ينظر للإنسان على أنه المحور الرئيسي للتنمية فهو وسيلة وهدف في نفس الوقت. فالتنمية البشرية هي عبارة عن توسيع اختيارات الأفراد من خلال توسيع نطاق قدراتهم البشرية إلى أقصى حد ممكن، وتوظيف تلك القدرات أفضل توظيف لها في جميع الميادين الاقتصادية والاجتماعية والثقافية والسياسية.[7] ومن الجدير بالإشارة أنه ليس من السهولة المحافظة على التوازن بين البعد البيئي والبشري للتنمية المستدامة، ففيما يرى أنصار البيئة أنه يجب الحذر

من الإفراط في استخدام الموارد الطبيعية مثل البترول خوفا من نضوبه مما يؤثر على فرص الأجيال القادمة في التنمية، يرى المهتمون بالتنمية البشرية أن هذا الحذر لا يعتبر مقبولا للذين يعشون تحت خط الفقر، حيث أن أولوياتهم هي توفير مستوى معيشة مناسب لهؤلاء الأفراد وليس فقط الحفاظ على الموارد الطبيعية.

3-1 البعد الدولي: هناك ارتباط وثيق بين طبيعة النظام الاقتصادي الدولي واستنزاف الموارد الطبيعية للدول النامية، حيث أصبحت هذه الموارد مرتبطة بتلبية متطلبات التنمية الاقتصادية من جهة وسداد الالتزامات الخارجية، وبالتالي لا تستطيع الدول النامية الاستمرار في محاولة تحقيق تنمية مستدامة تحمى لها مواردها الطبيعية بمعزل عن العالم الخارجي.

ثانيا:- الطاقة والتنمية والبيئة: لعبت الطاقة دورا رئيسيا في عملية التنمية خلال العقود الماضية، ويوضح الجدول رقم (1) تطور استهلاك العالم من الطاقة الأولية خلال العقود الأخيرة من القرن الماضي، والذي يوضح أن استهلاك العالم قد تضاعف مرات عديدة، كما يوضح نفس الجدول الاعتماد المتزايد على الوقود التقليدي للوفاء باحتياجات الطاقة في العالم، ولقد ارتبطت الزيادة في معدلات استهلاك الطاقة بالزيادة السكانية من جهة وارتفاع مستوى المعيشة من جهة أخرى، حتى حدث تباين كبير بين نصيب الفرد من الطاقة في الدول النامية ومثيله في الدول المتقدمة ويوضح الشكل رقم (2) هذه الفجوة بوضوح.

جدول رقم(1) استهلاك الطاقة الأولية في العالم الوحدة:مليون طن م/ب

	1970	%	1980	1990	2000	%
بترول	2252.9	% 45.00	2974.7	3138	3526.1	38.90%
غاز طبيعي	923.7	%18.42	1306.9	1793.8	2193.5	24.20%
فحم	1551.6	%30.94	1810.6	2237.4	2141.2	%23.63
طاقات أخرى	286.2	%5.70	548.1	947.7	1198.6	%13.23
المجموع	5014.4	%100	6640.2	8116.9	9059.5	%100

المصدر: BP. Statistical Review of world energy. June 2004

ومما تقدم يتضح أن النمط الحالي لإستهلاكات الطاقة في العالم يعتمد على بالدرجة الأولى على مصادر الوقود التقليدي علاوة على التباين الشديد في معدلات الاستهلاك التي تعكس نفس التباين في مستوى المعيشة بين شعوب العالم. ولقد صاحب الاستهلاك المتزايد

لمصادر الطاقة التقليدية العديد من الأخطار البيئية التي كان بالإمكان تجنبها، ولم ينتبه لها العالم إلا خلال العقود الأخيرة من القرن الماضي. ولقد تزايد الاهتمام العالمي بالعلاقة بين الطاقة والبيئة والتنمية، مع زيادة الوعي البيئي نتيجة لمجموعة من العوامل كان من أهمها كما سبق أن ذكرنا الزيادة الرهيبة في معدلات النمو السكاني والزيادة المطردة في معدلات الاستهلاك ومعدلات النشاط الصناعي التي جعلت من مشكلات التلوث البيئي واضحة بصورة لم يسبق لها مثيل، فزيادة انبعاثات غازات ثاني أوكسيد الكربون الناتجة عن حرق الوقود في المصانع، ومحطات توليد الكهرباء، ووسائل النقل أظهرت بشكل واضح العلاقة بين استخدامات الطاقة وتلوث هواء المدن، وما ينتج عنه من أخطار صحية تصيب سكان تلك المدن بأمراض خطيرة ومزمنة، كما ساعد التقدم العلمي في تحديد المستويات الخطيرة من تلك الملوثات وطرق قياسها وكيفية التحكم فيها، ثم تنامي الوعي البيئي العام في الدول الصناعية وأصبح ذلك يمثل ضغوطا سياسية دفعت الحكومات إلى تبني سياسات لمواجهة كافة مظاهر التدهور البيئي، وكان من نتيجة ذلك مزيدا من الفهم والتحليل للعلاقات المتشابكة بين الطاقة والبيئة والتنمية، ثم اصبح التحدي الحقيقي الذي يواجه صانعي السياسات في كيفية الوفاء بمتطلبات التنمية والتقدم من موارد الطاقة دون الاعتداء على النظام البيئى ضمانا لتواصل عملية التنمية عبر الأجيال. ومن هنا تطور مفهوم الاستدامة وأصبح محط أنظار المفكرين والباحثين. ويمكن تلخيص بعض المخاوف البيئية المرتبطة باستخدامات الطاقة في ما يلي:

2-1 الحوادث البيئية: حيث تتعرض صناعة الطاقة في مراحلها المختلفة لامكانية حدوث بعض الحوادث التي قد تسبب كوارث بيئية مثل الحرائق الضخمة التي شهدتها حقول البترول في الكويت إبان حرب الخليج، وما نتج عنها من أخطار بيئية مدمرة، ويشمل ذلك أيضا حوادث غرق ناقلات البترول واصطدامها بالشعاب المرجانية في منطقة البحر الأحمر،أو المناطق الجليدية أو حوادث إنفجار خطوط الأنابيب الناقلة للبترول والغاز ومشتقاتهم وما قد تسببه من خسائر في الأرواح والممتلكات، ثم أخيرا تأتي الحوادث الخاصة بالمفاعلات النووية لتوليد الكهرباء وما ينتج عنها من دمار يمتد أثاره لسنوات طويلة.

2-2 تلوث المياه والبحار: ويشمل ذلك التلوث الناشئ عن المخلفات السائلة لمعامل تكرير البترول ومحطات توليد الكهرباء وأثار ذلك على جودة المياه السطحية والجوفية، كما يشمل ذلك أيضا التلوث الناشئ عن عمليات البحث والتنقيب عن البترول والتسربات التي قد تحدث من خزانات الوقود أو من عمليات النقل باستخدام أنابيب البترول والناقلات البحرية أو النهرية.

2-3 استخدامات الأراضي: غالبا ما يحدث تعارض بين استخدامات الأراضي الصالحة للزراعة أو التوسع العمراني، وبين استخدامها في عمليات لها علاقة بالطاقة إنتاجا ونقلا وتوزيعا واستخداما، وتبرز أهمية هذه القضية بشكل خاص عند التخطيط لاستخدامات الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح نظرا لحاجة تلك التقنيات إلى مساحات واسعة من الأراضي قد يمكن الاستفادة بها في أغراض أخر*[8].

2-4 تلوث الهواء: ويشمل ذلك كافة أشكال الانبعاثات الناتجة عن حرق الوقود مثل التلوث بالرصاص الناشئ عن استخدام البنزين المشبع بالرصاص، والذي يعتبر من أكبر مصادر تلوث الهواء بالرصاص في المدن الكبرى في العالم.

كما يشمل ذلك أيضا تلوث الهواء بالانبعاثات الهيدروكربونية وغازات ثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون الناتجة عن حرق الوقود في وسائل النقل والمصانع ومحطات توليد الكهرباء ومعامل تكرير البترول...الخ. إلا أن هذه الآثار البيئية تعتبر أقل ضررا من آثار استنزاف الموارد غير القابلة للتجديد وخاصة وأن هناك تقنيات وطرق حديثة لمعالجة مثل هذه الآثار[9].

2-5 الأمطار الحمضية: أدى زيادة الانبعاثات بغاز ثاني أكسيد الكبريت الناتج عن حرق المنتجات البترولية إلى تكون ما يعرف بالامطار الحمضية في بعض المناطق حيث تسقط الأمطار على تلك الغازات ومعها أكاسيد النيتروجين مكونة أحماض متعددة تؤدي إلى العديد من المخاطر البيئية حيث تؤثر سلبا على المناطق المزروعة والغابات، كما تؤدي إلى تآكل المنشآت بأنواعها المختلفة مما يسبب خسائر اقتصادية كبيرة، كما تأدي تلك الظاهرة أيضا إلى تدهور بعض مناطق التراث الحضاري.

2-6 تغير المناخ: ارتبط الاستخدام المتزايد لأنواع الوقود التقليدي(الفحم، البترول، الغاز الطبيعي) بزيادة تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، مما أدى إلى مخاطر ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضية، أو ما يعرف بظاهرة تغير المناخ، و تعد تلك الظاهرة من أخطر التحديات البيئية التي تواجه سكان الكرة الأرضية خلال القرن الجديد.

ويتوقع المختصون أن يؤدي هذا الارتفاع في درجة الحرارة إلى العديد من التغيرات في مناخ كوكب الأرض، مما يؤثر سلبا على توزيعات الأمطار وكميتها وأثار ذلك على موارد المياه والغذاء في العالم، كما قد تؤدي تلك التغيرات إلى أخطار بيئية جسيمة قد تؤثر سلبا على مسيرة التنمية في العالم في العديد من دول العالم.

ثالثا:- نحو الاستخدام المستدام للطاقة: يمثل الاستخدام المستدام جزءا من الاستراتيجية العالمية التي تهدف إلى تأمين مسيرة التنمية لشعوب العالم بأسره، حيث تشير بعض الدراسات حول المناخ إلى أن حوالي 90% من إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العالم تأتي من قطاع الطاقة إنتاجا واستخداما.[10]

ويأتي ذلك نتيجة للاعتماد المتزايد على مصادر الوقود التقليدي غير المتجدد في معظم دول العالم المتقدم والنامي على حد سواء، حيث لا زالت مساهمة مصادر الطاقة المتجددة تمثل نسبة صغيرة من إجمالي إنتاج العالم من الطاقة حيث بلغت تلك النسبة نحو 18% منها 16% تمثل نسبة مساهمة الطاقة النووية،[11] كما أدى زيادة الاعتماد على مصادر الطاقة التقلدية وتوفرها خلال العقود الماضية إلى زيادة مستمرة في حجم العمليات الصناعية عالية استهلاك الطاقة مثل معامل تكرير البترول والصناعات الكيمائية وصناعات الحديد والصلب والبيتروكيماويات والإسمنت وغيرها. لقد أدى هذا الاتجاه في أنماط الاستهلاك إلى بعض المخاوف المتعلقة بمستقبل التنمية في العالم، نتيجة لمحدودية الموارد الطبيعية والزيادة المضطردة في عدد السكان.ومن هنا كان لا بد من تغيير هذا النمط والسعي نحو الاستخدام المستدام للطاقة في العالم. ويمكن تحقيق ذلك من خلال مجموعة من الاجراءات والسياسات منها استخدام مواد جديدة غير كثيفة استخدام الطاقة، وتطوير مواد جديدة للعزل الحراري، واستخدام تقنيات متطورة للتكييف والتدفئة والإضاءة، وتحسين كفاءة وسائل النقل وغيرها.

وتعتبر استخدامات الطاقة المتجددة من أهم السياسات التي يجب تبنيها خاصة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقات الواعدة في القرن الجديد مثل طاقة الهدروجين، ثم يأتي التخطيط الجيد لقطاع النقل كأحد أهم استراتيجيات الطاقة المستدامة، حيث ياتي مكملا للعمليات السابقة. ويمكن تلخيص أهم سياسات الطاقة التي يمكن أن تلعب دورا هاما في تحقيق اهداف التنمية المستدامة فيما يلي:

3-1 سياسات تحسين كفاءات الاستخدام: من المعروف والمتفق عليه عالميا أن تحسين كفاءة استخدام الطاقة تعني الحد من الآثار السلبية الناتجة عن هذا الاستخدام خاصة في ضل الاعتماد المتزايد على مصادر الوقود التقليدي، لذا فإنه يجب تبني سياسات على المستوى الوطني تهدف إلى تحسين كفاءة الطاقة في الأجهزة والمعدات والعمليات الصناعية والخدمية المختلفة، هذا بالإضافة إلى تحسين كفاءة استخدام الطاقة في وسائل النقل المختلفة.

3-2 سياسات تسعير الطاقة: اتسمت سياسات التسعيرة في العديد من دول العالم باستخدام الدعم للتخفيف عن كاهل الغالبية العظمى من السكان من جهة خاصة في الدول الفقيرة، ونتج عن ذلك غياب الوعي بأهمية الحفاظ على الطاقة باعتبارها من الموارد الطبيعية ذات القيمة الاقتصادية العالية التي سيتحمل المجتمع بأسره التكلفة الناشئة عن استخدامها ونضوبها في المدى البعيد، كما أدى ذلك إلى زيادة معدلات الاستهلاك إلى مستويات مرتفعة وما نتج عن ذلك من مستويات عالية من الانبعاثات الضارة بالبيئة وتسارع معدلات نضوب الموارد الطبيعية، ومن ثم التضحية بنصيب الأجيال القادمة من تلك الموارد، ومن جهة أخرى فإن الأسعار في الدول المتقدمة تتمثل بشكل رئيسي في الضرائب التي تفرضها أغلب الدول وبنسب مرتفعة على البنزين ومختلف المشتقات النفطية والتي يتحملها بالنهاية المستهلك النهائي، على اعتبار أن هذه الضرائب تتراوح بين 31% على لتر البنزين (غازولين خالي من الرصاص) في الولايات المتحدة الأمريكية بينما يصل في بريطانيا الى 75.1 % أما في ألمانيا فقاربت نسبته 73.7 %، وبالنسبة لديزل السيارات فوصلت نسبة الضرائب المفروضة على الليتر منه في اليابان مثلا لحدود 51.5%.[12]

وفي ظل سياسات الإصلاح الاقتصادي بشكل عام فإن إصلاح سياسات تسعير الطاقة تعتبر جزءا من هذه العملية بحيث تصل أسعار الطاقة للمستهلكين بأسعارها الحقيقية مما يعطي لهؤلاء في النهاية مؤشرات واقعية عن أهمية موارد الطاقة وتكلفتها الحقيقة.

وجدير بالذكر أن التكلفة البيئية لاستخدامات الطاقة تمثل جزءا من التكلفة الكلية لها، لذا فإنه يجب حساب تلك التكلفة بحيث تعكس أسعار الطاقة التكلفة الحقيقية لها شاملة تكلفتها البيئية. ويمكن من خلال تلك السياسات مراعاة الظروف الاجتماعية للطبقات الفقيرة من السكان، بحيث تصلهم احتياجاتهم الأساسية من الطاقة بتكلفة معقولة من خلال استخدام العديد من الأدوات الاقتصادية.

3-3 التحول نحو استخدام مصادر الطاقة النظيفة: من المعروف أن الاعتماد المتزايد على مصادر الطاقة التقليدية هو السبب الرئيسي لمعظم مشكلات البيئة العالمية، بالإضافة إلى العديد من المشكلات البيئية على المستوى المحلي والجهوي. ولتحقيق الاستخدام المستدام للطاقة فإنه يجب تشجيع التحول نحو مصادر الطاقة النظيفة مثل الغاز الطبيعي والهيدروجين، والطاقات المتجددة، وجديرا بالذكر أن الغاز الطبيعي بدأ يلعب دور هام في سوق الطاقة العالمي خلال السنوات الأخيرة، إذا ارتفعت نسبة مساهمته في إجمالي إنتاج الكهرباء في العالم من 14% عام 1990 إلى 19%عام 2000،[13] كما تشير التوقعات إلى أن الهيدروجين سيصبح وقود القرن الجديد في غضون السنوات المقبلة.

3-4 نقل واستخدام التكنولوجيا العالية الكفاءة: أصبحت عملية نقل والتحكم في التكنولوجيات المحافظة على البيئة ومن بينها التكنولوجيات عالية الكفاءة في استخدامات الطاقة من أهم محددات التعاون الدولي للحد من الأخطار التي تهدد البيئة العالمية، وتشمل عملية نقل والتحكم في التكنولوجيا جهودا كبيرة من البحث والتطوير.

3-5 سياسات النقل: من المعروف أن قطاع النقل يلعب دورا رئيسيا في عملية التنمية الشاملة كما يلعب دورا هاما في الأنشطة الاقتصادية، لذا فإن قطاع النقل يعد من أكبر مسببات تلوث الهواء في المدن المزدحمة. لذا فإن تبني سياسات للنقل تعمل على الحفاظ على البيئة وتقليل كمية الانبعاثات الضارة وخفض استهلاك الوقود تعد أحد أهم الاستراتيجيات لتحقيق أهداف التنمية المستدامة، ومن أمثلة تلك السياسات تحسين كفاءة وسائل النقل الجماعي

في المدن وبين المدن، وتحسين كفاءة الطرق لتقليل حدة الاختناقات، ووضع القوانين التي تحكم قياس الإنبعاثات لتشجيع استخدام تقنيات التحكم في التلوث. وفي بعض الحالات فإن تشجيع استخدام وسائل النقل الخفيف كالدراجات تعتبر من الأساليب الممكن إتباعها لخفض الطلب على استخدام الطاقة وكذا تقليل حجم الانبعاثات الملوثة للهواء داخل المدن، ولكن يجب أن يتم ذلك في إطار خطة متكاملة للنقل داخل المدن.

رابعا:- تقنيات الطاقة المستدامة:

4-1 **تكنولوجيات الطاقة عالية الكفاءة:** تطورت تلك التقنيات بعد صدمة الطاقة الأولى في العالم عام 1973، وذلك بعد تبني مجموعة من المبادئ والأهداف في وكالة الطاقة الدولية تمثلت على الخصوص في الحفاظ على الطاقة، تطوير الطاقة النووية، التوسع في استخدام الغاز بدل البترول، تنويع مصادر الطاقة المستوردة، تطوير مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة،[14] وقد أنفق العالم فيما بعد مئات الملايين من الدولارات لتطوير هذه التقنيات ونشر استخدامها وإزالة المعوقات الفنية والتشريعية والاقتصادية التي تحول دون تحقيق ذلك، وتنوعت تلك التقنيات لتشمل معظم القطاعات المنتجة والمستهلة للطاقة، ففي قطاع أنتاج الطاقة مثلا تطورت تقنيات تكرير البترول لتحقيق إنتاجا أكبر من منتجات البترول مع وفر كبير في الطاقة المستهلكة وذلك من خلال تطوير العمليات الإنتاجية ذاتها، مع تقليل الفاقد باستخدام مواد عزل أكثر كفاءة وتحسين كفاءة الاحتراق في الأفران والمراجل البخارية، وتحسين عملية التبادل الحراري داخل معامل التكرير لتحقيق الاستفادة القصوى من الحرارة المتاحة والتقليل من فقدانها، وقد ساعد على بالطبع التطور الهائل في تكنولوجيات الأعلام الآلي. ففي محطات توليد الكهرباء تحسنت كفاءة التوليد لتصل لأكثر من 65% بعد أن كانت في حدود 30% نتيجة لاستخدام تقنيات ذات كفاءة عالية، وأدى ذلك إلى خفض كبير في كميات الطاقة المستهلكة لإنتاج كيلو واط/ساعة.[15] أما في قطاعات الاستهلاك الرئيسية مثل الصناعة والنقل والقطاع المنزلي والتجاري فقد أدى انتشار استخدام التكنولوجيات عالية الكفاءة إلى وفورات هائلة في الطاقة المستهلكة، ففي الصناعات الكيميائية التي تعد من القطاعات الأكثر استهلاكا للطاقة بلغ معدل التحسن في الكفاءة نحو 30% في بعض الصناعات نتيجة التحكم الجيد في العمليات الإنتاجية وتقليل الفاقد واستخدام مواد متطورة في

بناء المصانع. ونفس الشيء في صناعة الحديد والصلب وصناعة الاسمنت اللتان تعتبران من الصناعات الكثيفة استخدام الطاقة. أما قطاع النقل فقد تحسنت كفاءة استهلاك الوقود فيه بدرجة كبيرة نتيجة تحسين مواصفات الطرق والإدارة الجيدة للمرور والتخطيط العمراني الجيد والاتجاه نحو تحسين كفاءة وسائل النقل الجماعي وتشجيع استخدامها، هذا بالإضافة طبعا إلى التطور التكنولوجي الهائل في صناعة السيارات والمحركات واستخدام نتائج ثورة الاتصالات والمعلومات في أساليب التحكم في استهلاك الوقود وتقليل الانبعاثات الملوثة للبيئة، وتسابق مصنعو السيارات في إنتاج أجيال جديدة من المركبات صديقة للبيئة، ولازال هذا الاتجاه سائدا حيث تشير التقديرات إلى أن سيارات الركوب ستحقق تحسنا في الكفاءة بنسب عالية قد تصل إلى 40% عام 2010 وسوف يمتد الاتجاه أيضا إلى سيارات النقل والقطارات والطائرات.

4-2 تكنولوجيات الطاقة المتجددة:

أ- **الطاقة المائية**: تعد الطاقة المائية من أقدم الطاقات التي عرفها الإنسان، ويوجد في العالم احتياطي هائل من تلك الطاقة لم يتم استخدامه بعد، ويوضح الجدول رقم (5) أن نحو 18% فقط من إجمالي احتياطي العالم من الطاقة المائية يتم استخدامه في الوقت الراهن، فعلى سبيل المثال تبلغ نسبة الطاقة المائية المستخدمة في إفريقيا نحو 7.5% من إجمالي الطاقة المحتملة.

كما يوضح الجدول رقم (6) نسبة مساهمة الطاقة المائية لإجمالي الكهرباء المولدة في بعض دول العالم حيث تصل تلك النسبة إلى 99.4% في النرويج.[16]

الجدول رقم (2)

احتياطيات الطاقة المائية في العالم سنة 1980 الوحدة:Twh

المنطقة	اروبا	إفريقيا	آسيا	أمريكا الشمالية	أمريكا الجنوبية
الاحتياطي	700	2000	1200	1325	1850
النسبةالمستغلة	%69	%7.5	%7.5	%48	%9.1

المصدر: عدة أعداد من: BP. Statistical Review of world energy. June 2004

الجدول رقم(3) نسبة مساهمة الطاقة المائية في الطاقة الكهربائية

البلد	ألمانيا	اسلاندا	اطاليا	النرويج	فرنسا	أمريكا	البرازيل	الصين
النسبة	%3.5	%94.5	%19.5	%99.4	%16.4	%7.6	%96	%21.4

المصدر: IEA/OECD energy statistics and Balances1996 المعلومات خاصة بسنة 1994 .

ومن المعروف أن الطاقة المائية تعد من أكفأ وأنظف أنواع الطاقات المستخدمة في العالم حاليا على الرغم من بعض المحاذير والأخطار البيئية التي تصاحب عمليات بناء السدود والخزانات نتيجة فيضانها أو انهيارها.

ب- **الطاقة الشمسية**: يمكن الاستفادة من الطاقة الناتجة عن الإشعاع الشمسي إما من خلال تحويلها مباشرة إلى كهرباء باستخدام الخلايا الفوتوفولطية، أو باستخدامها في إنتاج الطاقة الحرارية التي يمكن أن تستخدم بعد ذلك في توليد الكهرباء من خلال النظم الحرارية التقليدية. ولا زالت الطاقة الشمسية تصطدم بالعديد من المعوقات تمنع توسع استخدامها في العالم، ويعد كثافة الإشعاع الشمسي في منطقة ما أهم محددات كفاءة إنتاج الطاقة من الشمس في تلك المنطقة، وتوجد مناطق على سطح الكرة الأرضية تتميز بنسب عالية من الإشعاع الشمسي على مدار العام، خاصة في المناطق القريبة من خط الاستواء، ولازالت اقتصاديات إنتاج الكهرباء من الخلايا الفوتوفولطية غير منافسة للعديد من تطبيقات استخدام مصادر الطاقة التقليدية، ومن المتوقع أن يؤدي انتشار استخدام تلك التقنيات إلى زيادة معدلات إنتاجها وبالتالي تحسن اقتصادياتها لتنافس المصادر التقليدية الأخرى. ومن المعروف أن الطاقة الشمسية من الطاقات النظيفة التي لا يصدر عن استخدامها أي انبعاثات ملوثة للبيئة، كما أنه من الممكن استخدامها في المناطق النائية التي لا تصلها شبكات توزيع الكهرباء.

أما عن إنتاج الطاقة من التسخين الشمسي، فلقد انتشر استخدام السخانات الشمسية في العديد من المناطق في العالم خاصة في حوض البحر المتوسط وبعض دول إفريقيا وأمريكا اللاتينية. وبالنسبة إلى توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية الحرارية فانه يجري حاليا الاستعداد لإقامة بعض المحطات التجريبية في مصر وأسبانيا والمكسيك والهند والولايات المتحدة الأمريكية وغيرها. والتي يمكنها استخدام الغاز الطبيعي والطاقة الشمسية في أن واحد، وسيقوم مرفق البيئة العالمي بدعم ونشر هذه التقنيات في الدول النامية وذلك للاستفادة من مزاياها في الحفاظ على البيئة العالمية خاصة خفض الانبعاثات ثاني أكسيد الكربون المسبب لظاهرة تغير المناخ.

ج- **طاقة الرياح**: تعد الطاقة المولدة من حركة الرياح من أهم مصادر الطاقة النظيفة في العالم، وتعتمد اقتصاديات توليد الكهرباء من طاقة الرياح بدرجة كبيرة على سرعة الرياح

السائدة، وتوجد مناطق عديدة في العالم تصل فيها سرعة الرياح إلى 10م/ث،[17] وفكرة طاقة الرياح قديمة جدا فأول تطبيقاتها كانت في المراكب الشراعية، والطواحين الهوائية التي تحول طاقة الرياح إلى طاقة ميكانيكية تحويلا مباشرا، لكن عودة الوعي بمحدودية مصادر الطاقة التقليدية وأخطار التلوث الناتجة عنها، كان الدافع مرة أخرى لإعادة استخدام طاقة الرياح ولكن لتوليد الكهرباء مباشرة باستعمال طواحين خاصة.

ولازالت نسبة استغلال احتياطي العالم من طاقة الرياح ضئيلة للغاية ولا تتعدى نحو 1.5% مما يجعلها من الطاقات الواعدة للقرن الجديد.

د- **الهيدروجين**: يحظى الهيدروجين باهتمام واسع كطاقة مستقبلية بديل لأنواع الطاقة المعروفة اليوم والاهتمام به كطاقة ليس ناتجا عما تعانيه مصادر الطاقة من ندرة أو تلويث للبيئة بل أن استخدامه نودي به منذ 60 سنة،[18] ويعتبر الهيدروجين من التقنيات الحديثة الواعدة لتحويل الطاقة الكيميائية مباشرة إلى طاقة كهر بائية يمكن استخدامها في العديد من التطبيقات خاصة تسيير المركبات. وتعتمد طاقة الهيدروجين على تفاعل الهيدروجين والأكسيجين لإنتاج بخار الماء وطاقة كهربائية يمكن استغلالها. ويمكن الحصول على الهيدروجين إما بالتحليل الكهربائي للماء، أو من مصادر الوقود التقليدي كالبترول والغاز الطبيعي، أي أنه يمكن أنتاج الهيدروجين من خلال مصادر متجددة مثل المياه والطاقة الشمسية أو طاقة الرياح مما يؤهل الهيدروجين ليصبح واحدا من أهم أنواع الوقود النظيفة للقرن الجديد. وقد تطورت تكنولوجيا إنتاج الطاقة من الهيدروجين خلال السنوات الأخيرة ومن المتوقع أن تنخفض تكلفة إنتاجها نتيجة للتطور التكنولوجي المستمر وزيادة الطلب عليها في العالم، ويجري حاليا بدعم من مرفق البيئة العالمي عدد من المبادرات في كل من الهند والصين ومصر والبرازيل والمكسيك، لاستخدام طاقة الهيدروجين في توليد الكهرباء اللازمة لتسيير الحافلات التي سوف تسهم في خفض الانبعاثات الملوثة للبيئة في المدن المزدحمة الكبرى مثل القاهرة ونيودلهي ونيوميكسيكو بالإضافة لخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الذي يسهم في ازدياد ظاهرة الاحتباس الحراري.

هـ- **الطاقة النووية**: تعد الطاقة النووية من أهم مصادر الطاقة القادرة على الوفاء بالطلب المتزايد على الطاقة في العالم خاصة في ظل الزيادة المستمرة في عدد السكان. ويوضح

الشكل رقم (7) نسبة مساهمة الطاقة النووية في إجمالي الكهرباء المولدة في بعض الدول الصناعية وكذا أعداد المحطات النووية في تلك الدول، حيث تمثل الطاقة النووية نحو 77% من جملة الكهرباء المولدة في فرنسا، كما تمتلك الولايات المتحدة الأمريكية أكبر عدد من المحطات النووية على مستوى العالم.

جدول رقم(4): نسبة مساهمة الطاقة النووية في الطاقة الكهربائية في بعض الدول وعدد المفاعلات فيهاسنة1977.

البلد	النسبة %	عدد المفاعلات	البلد	النسبة %	عدد المفاعلات
روسيا	13	29	نيوزلندا	43	6
امريكا	20	109	هنغاريا	41	4
بريطانيا	26	35	سلوفاكيا	45	4
المانيا	34	20	سويسرا	50	12
اليابان	35	63	بلجيكا	55	7
اسبانيا	32	9	فرنسا	77	57
اوكرانيا	44	16	ليطونيا	83	2

المصدر: BP. statistical Review of world energy. June 2004

ورغم المخاطر الناجمة عن الطاقة النووية، والتي قد تنشأ نتيجة لحوادث التسرب الإشعاعي في المحطات النووية، أو التي لازالت تحيط بعمليات التخلص من النفايات النووية والتي أدت إلى مقاومة من الرأي العام في العديد من الدول الصناعية ضد انتشار تلك المحطات، حيث قررت معظم دول العالم عدم توسع في إقامتها أو إغلاق الموجود منها كما حدث مؤخرا في ألمانيا. ورغم ذلك فأن الطاقة النووية لازال ينظر إليها على أنها من المصادر النظيفة التي لا يصدر علنها أي. ملوثات للهواء الجوي كما لا يصدر عنها أي انبعاثات لغاز ثاني أكسيد الكربون.

خامسا:- تحديات الطاقة المستدامة: تواجه عملية نشر استخدامات تقنيات الطاقة المستدامة العديدة من المعوقات في الدول النامية ومن أهم تلك المعوقات:

أ - **غياب أو ضعف التشريعات المحلية**: لا زال هناك نقص واضح في تشريعات إدارة الطاقة في العديد من دول العالم النامي، وفي غياب تلك التشريعات تصبح عمليات تحسين كفاءة استخدام الطاقة والترويج لاستخدامات الطاقة المتجددة عملية تطوعية تخضع لقوى السوق. ونظرا لأن معظم أسواق الطاقة في تلك الدول لازالت غير متحررة بالكامل ولازال يتم السيطرة عليها بمعرفة الحكومات أو الشركات إنتاج الطاقة، لذا يصبح من الصعب إقناع وتشجيع المستهلكين على تحسين كفاءتهم في استخدامات الطاقة.

ب- **سياسة تسعير الطاقة**: من الواضح، وكما أسلفنا من قبل، أن الاتجاه إلى دعم أسعار الطاقة في بعض الدول النامية لضمان وصول الإمدادات الضرورية منها للطبقات الفقيرة، قد أدى إلى زيادة معدلات الفقد والإسراف في الاستهلاك، واستخدام معدات منخفضة الكفاءة حيث لا يشعر المستهلك بالقيمة الحقيقية لما يستهلكه نتيجة لحصوله على احتياجاته بأسعار غير حقيقية (أسعار مدعمة). لذا فإن عمليات إصلاح أسعار الطاقة ومحاولة الوصول بها إلى مستوياتها الاقتصادية تصبح من أهم آليات تحسين الكفاءة ونشر استخدامات الطاقة المتجددة.

ج- **غياب أو ضعف المواصفات القياسية**: نظرا لغياب التشريعات كما أوضحنا من قبل فإنه لا يوجد أيضا في العديد من الدول النامية أي مواصفات قياسية للمعدات المستهلكة للطاقة، حيث لا يتم تنظيم عملية إنتاج أو استيراد تلك المعدات بحيث تراعي اعتبارات الكفاءة. والنتيجة النهائية لذلك انتشار المعدات والأجهزة منخفضة الكفاءة نظرا لانخفاض أسعارها وازدياد معدلات استهلاك الطاقة، وتحول أسواق الدول النامية إلى مستودع للتقنيات منخفضة الكفاءة التي يتم التخلص منها في أسواق الدول المتقدمة.

د- **غياب آليات التمويل**: تعاني الدول النامية بشكل عام من مشكلات في توفير التمويل اللازم لمشروعات التنمية بشكل عام، ونظرا للتسابق على مصادر التمويل المحدودة فإن تقنيات الطاقة المتجددة والتقنيات عالية الكفاءة لا تجد فرصتها في التمويل، ونظرا لارتفاع تكلفتها الأولية فإن المستهلك يضطر تحت ضغط الحاجة إلى الاتجاه للتقنيات منخفضة الكفاءة. لذا فمن الضروري وجود آليات تمويل ميسرة تشجع الطلب على تلك التقنيات حيث أن عائدها الاقتصادي مضمون على المدى البعيد.

هـ- **غياب نظم الحوافز الاقتصادية**: تعاني أسواق الطاقة في معظم الدول النامية من غياب أي نظم للحوافز الاقتصادية التي تهدف إلى تشجيع استخدام التقنيات عالية الكفاءة وتقنيات الطاقة المتجددة، حيث لا زالت بعض الحكومات تفرض رسوما جمركية عالية على استيراد تلك التقنيات، فعلى سبيل المثال يتحمل المستهلك في بعض الدول نحو 40% زيادة على تكلفة المصابيح الكهربائية عالية الكفاءة على شكل رسوم جمركية، ونظرا لارتفاع التكلفة الأولية لهذه المصابيح لذا فإن درجة انتشارها في الأسواق لازالت محدودة مقارنة بالمصابيح التقليدية منخفضة الكفاءة.

و- **غياب أو ضعف مؤسسات البحث والتطوير**: لا زالت عمليات تطوير تقنيات الطاقة المتجددة والتقنيات عالية الكفاءة تتم في مؤسسات ومراكز البحوث للدول الصناعية، ليتم تصديرها لأسواق الدول النامية، وتعاني عملية نقل وتطويع تلك التقنيات إلى أسواق الدول النامية مشاكل عديدة نتيجة لاختلاف الظروف الاقتصادية والاجتماعية في الأسواق المستهلكة عن الأسواق المنتجة. لذا لا بد من دعم مؤسسات البحث والتطوير في الدول النامية حتى يمكنها المساهمة في عمليات نقل وتطوير وتطويع تلك التقنيات لتلائم الظروف.

ز- **ضعف القدرة المؤسسية**: ويشمل ذلك غياب المؤسسات القادرة على إمداد المستهلكين بما يحتاجون من معلومات عن تلك التقنيات، وغياب الإطارات البشرية المؤهلة لإدارة وصيانة تلك التقنيات وتقديم الدعم التقني اللازم لها وضعف القدرات اللازمة لتصنيع تلك التقنيات في الدول النامية حتى يتم خفض تكلفة إنتاجها وتحسين اقتصادياتها.

سادسا:- النتائج: بعد استعراض المفاهيم الأساسية والقضايا المرتبطة بالطاقة وعلاقتها بالبيئة والتنمية المستدامة وكفاءة استخدامها فإنه يمكن استخلاص النتائج التالية:

1- إن نمط استهلاك الطاقة في العالم حاليا يعتمد بالدرجة الأولى على مصادر الطاقة التقليدية (بترول، فحم، غاز طبيعي) مما يستلزم ضرورة التخطيط للتحول عن هذا الاتجاه في المدى البعيد خاصة وأن احتمالات الطاقة المتجددة عالية في العديد من مناطق العالم، والعديد من المجلات.

2- إن هناك فجوة واسعة بين نصيب الفرد من الطاقة في الدول النامية ونظيره في الدول المتقدمة.

3- إن قطاع الطاقة إنتاجا واستهلاكها يعد من أهم القطاعات الاقتصادية ذات التأثير الضار على البيئة ما لم تتخذ إجراءات ضرورية للحد من تلك التأثيرات.

4- إن قطاع الطاقة يعد واحدا من أهم محددات التنمية المستدامة في العالم.

5- إن التكنولوجيات عالية الكفاءة في استهلاك الطاقة وكذا تقنيات الطاقة المتجددة تعد من أهم الآليات التي يجب استخدامها لتحقيق التنمية المستدامة.

6- إن هناك مجموعة من المعوقات التي تحد من انتشار استخدام التقنيات عالية الكفاءة في الدول النامية.

المراجع

[1]- العشري حسين درويش، التنمية الاقتصادية، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت 1979 ص64.

[2]- اجناسي ساكس، تيارات رئيسية في علم الاقتصاد، ترجمة فاضل عباس مهـدي، دار الطليعـة للطباعـة والنشر، بيروت1979 ،ص113- 115

[3] - الرؤى المختلفة للتنمية www.ngoce.org/content/rs2518.doc

[4] - إبراهيم العيسوي، التنمية: المفهوم والمؤشرات، المعهد العربي للتخطيط، الكويت 1994، ص 7.

[5] - Geneviève et autre Ce que développement durable veut dire deuxième tirage éditions d'organisation Paris2005 p5.

[6] - محمد الإمام، مستقبل التنمية العربية والعمل الاقتصادي العربي المشترك، المعهد العربي للتخطيط، الكويت 1993، ص 278.

[7]- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، تقرير التنمية البشرية، 1994، مركز الدراسات الوحدة العربية، بيروت ص199.

* - فعلى سبيل المثال فإن الطاقة الكهربائية المستهلكة من قبل انجلترا تحتاج لتوليدها من الطاقة الشمسية إلى مرايا أكبر من مساحة لندن وضواحيها.

[8] - آمان خان وآخرون، مصادر الطاقة غير التقليدية، م ط ع 1 ،جزء 1، الكويت 1980،ص301.

[9] - منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول والصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي"البيئة والتنمية والطاقة"م ط ع 5 جزء4 القاهرة ص 94 .

[10]- المرجع السابق ص275-300.

[11] - احتسبت من عدة جداول من: BP statisstical Review 2004

[12] - تداعيات السياسات النفطية نسرين زريق 2004-2005 . www.mowaten.org/economy/07-05/01-23-07-05.htm

[13] - احتسبت من عدة جداول من: BP statisstical Review 2004

[14]- مارشيلو كولييّ، الوضع المؤسسي للطاقة في دول السوق الأوروبية المشتركة،م ط ع 2، جزء2 ص73.

[15]- اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا (الإسكوا)، تطبيق مؤشرات التنمية المستدامة في بلدان الإسكوا، نيويورك2001

[16] - BP. Statistical Review of world energy. June 2004

[17] - Polo Alto, Ressource energetiques mondiales (1985-2020), conference mondiale de l'energie, Technip, paris78,p66.

[18]- موفق شخاشيرو الهيدروجين وقود المستقبل النفط والتعاون العربي المجلد 2 العدد 4 1976 ص55.