الموارد القابلة للنضوب

تعد الطاقة Energy عصب الحياة الحديثة والمحرك الرئيس للتقدم الصناعي والتكنولوجي بصفة خاصة والتقدم الاقتصادي بصفة عامة، وتلعب الطاقة دوراً كبيراً بالغ الأهمية بالنسبة للبشرية، فلقد اعتمدت الحضارة الحديثة على الطاقة بمواردها المختلفة؛ لتحويل الموارد الاقتصادية من شكلها الأولي إلى أشكال أخرى

متعددة قادرة على إشباع الحاجات والرغبات المتعددة والمتنوعة، كما أنها تعد عاملاً مهماً في تحقيق الرفاهية الاقتصادية والاجتماعية للإنسان.

ونظراً للدور المهم والحيوي الذي تلعبه الطاقة في الاقتصاديات كافة سواء أكانت متقدمة أم نامية، فقد حظي موضوع الطاقة بالدراسة على مستوى دول العالم بصفة عامة، كما أولته المؤسسات والهيئات العالمية والدولية والإقليمية الكثير من البحث والدراسة. وظهر هذا جلياً في السبعينيات، مع الزيادة الكبيرة التي حدثت في سعر البترول حينئذ؛ والتي أدت إلى زيادة قيمة الواردات البترولية للدول الصناعية بدرجة كبيرة مما أثر في موازين مدفوعاتها، وهذا ما جعلها تعيد النظر في سياسات الطاقة لديها، معتمدة في ذلك على ما لديها من تكنولوجيا متطورة وموارد مالية كبيرة. وقد نجحت هذه الدول في تحقيق أهدافها المرجوة، ونجحت بالفعل في ترشيد استهلاك الطاقة لديها، وتطوير وتنويع مصادر الطاقة البديلة للبترول من فحم وغاز وطاقة نووية وغيرها من مصادر الطاقة، وزيادة البحث والتنقيب عن مصادر جديدة للبترول في أراضيها وأراض أخرى خارج أراضي الدول المنتجة، ولقد أسفرت هذه الجهود عن نتائج ناجحة في اكتشاف البترول في منطقة ألاسكا، وبحر الشمال وغيرها من المناطق.

ويمكن تقسيم موارد الطاقة طبقا لمعايير عدة، فمن ناحية قدرتها على التجدد أو النمو تنقسم مصادر الطاقة إلى مجموعتين:

(أ) مصادر طاقة غير متجددة (قابلة للنضوب)، وهي التي توجد بكميات ثابتة عبر الزمن التخطيطي، وتتناقص كمياتها نتيجة لعملية الاستغلال أو الاستخراج، ويؤثر المعدل الذي تستخرج به في الوقت الحاضر على إمكانية إنتاجها في المستقبل، ويتوقف تناقص المخزون من هذه المصادر على معدل الإنتاج السنوي من ناحية وعلى معدل اكتشاف مخزون أو مكامن جديدة لهذه المصادر في العالم من ناحية أخرى ومن أمثلة هذه المصادر البترول، والغاز الطبيعي، والفحم، ورمال القار.

(ب) مصادر طاقة متجددة، وهي التي تنمو أو تزيد عبر الزمن ولا يؤثر معدل استهلاكها الحالي على معدل إنتاجها مستقبلاً، بل تبقى احتياطاتها قائمة مثل الطاقة الشمسية، والطاقة الهوائية (طاقة الرياح) والحرارة الجوفية (الجيوثيرمال) وطاقة الكتلة الحية، وأمواج المحيطات أو كهرباء المساقط المائية.

كذلك يمكن تقسيم مصادر الطاقة من ناحية درجة استخدامها إلى مجموعتين:

(أ) مصادر طاقة أساسية، وهي مصادر الطاقة التقليدية التي يعتمد عليها بصورة أساسية مثل البترول والفحم والغاز الطبيعي والطاقة النووية وتسهم هذه المصادر بنسبة كبيرة في استهلاك العالم من الطاقة.

(ب) مصادر طاقة بديلة، وهي مصادر الطاقة الحديثة، مثل الطاقة الشمسية والطاقة الهوائية والجرفية وطاقة الأمواج والمد والجزر والزيت الثقيل ورمال القطران والوقود الصناعي، وهذه المصادر قليلة الاستخدام في الوقت الحاضر، ولا تستخدم بصور أساسية، ولكن من المنتظر أن تلعب دوراً كبيراً في توفير الطاقة للعالم أو الإسهام بنسبة جيدة من احتياجات العالم من الطاقة في المستقبل، وذلك لتوافرها ونظافتها على البيئة وعدم خطورتها.

البترول:

كان الفحم هو المصدر الرئيس للإمداد بالطاقة المستهلكة في العالم حتى نهاية الحرب العالمية الثانية، وكان للبترول Petroleum أو الكهرباء المستمدة من المساقط المائية دور ضئيل في الإمداد بالطاقة. وأدى تدمير مناجم الفحم في أوروبا الغربية في أثناء الحرب العالمية الثانية إلى التأثير في ميزان الطاقة وفي الإمداد بها، وكان لا بد من البحث عن مصدر آخر للإمداد بالطاقة، ومن ثم زاد الاعتماد على البترول كمصدر من مصادر الطاقة، خاصة مع تزايد الاكتشافات منه وتوافر العديد من المزايا فيه تلك التي لا تتوافر في الفحم. وبذلك انتشر استخدام البترول وزادت نسبة إسهاماته في ميزان الطاقة العالمي.

ويصنف البترول الخام إلى ثلاثة أنواع رئيسية وإن كانت تتقارب فيما بينها وهي:

1) البترول البرافيني الذي يحتوي على شمع البرافين ويعطي قدراً ممتازاً من الشمع ومن الزيوت الممتازة.

2) البترول الأسفلتي الذي يحتوي على قدر قليل من شمع البرافين ونسبة عالية من المواد الأسفلتية.

3) البترول الخليط الذي يحتوي على كميات كبيرة من شمع البرافين والمواد الأسفلتية.

مخزون البترول:

(1) المخزون المؤكد أو الثابت:

ونعني بذلك كميات البترول المؤكد وجودها فعلاً في باطن الأرض Proved Stock، حيث تؤكد لنا الدراسات والمسوحات الجيولوجية والهندسية إمكانية استخراج هذه الكميات في المستقبل وذلك على أساس التكنولوجيا المعروفة والسائدة، وكذلك على أساس مستويات الطلب والتكاليف والأسعار السائدة في الوقت الحاضر.

المخزون المتوقع (المحتمل):

ويقصد بالمخزون المتوقع (المحتمل) Prospective Stock الكميات الإضافية التي يمكن استخراجها بعد استخراج كميات المخزون المؤكد من البترول، وهذا المخزون يشمل البترول الممكن الحصول عليه عن طريق تطوير الحقول البترولية بحيث تنتج بطاقتها الكاملة إلى جانب اكتشاف وسائل تقنية حديثة في هذا المجال، ويمكن أن نسمي هذا النوع من المخزون بالمخزون الرأسي حيث يتوقف على وجود الآبار البترولية الحالية.

المخزون الممكن:

ويقصد بالمخزون الممكن Possible Stock كميات البترول التي لم يتم اكتشافها بعد، والتي يتصور الجيولوجيون والهندسيون وجودها في أماكن لم يتم مسحها جيولوجياً ولم يتم البحث فيها عن البترول، ويسمى هذا المخزون أحياناً بمخزون البترول الأفقي.

العوامل التي تؤثر في حجم المخزون البترولي:

تخضع تقديرات المخزون المؤكد من البترول إلى التغير بالزيادة أو النقصان بسبب عوامل عديدة هي:

1) معدل الاستخراج أو معدل النضوب السنوي، حيث ينخفض المخزون المؤكد من البترول بمقدار ما يتم استخراجه منه، ومن الملاحظ وجود علاقة عكسية بين معدل الاستخراج السنوي من البترول وبين المخزون المتبقي منه، بافتراض ثبات العوامل الأخرى.

2) الاكتشافات البترولية الجديدة، حيث يزداد المخزون المؤكد من البترول بمقدار ما يتم اكتشافه منه، وهناك علاقة طردية بين الاكتشافات البترولية الجديدة والمخزون المؤكد منه بافتراض ثبات العوامل الأخرى.

3) تنمية أو إجراء التوسعات في الحقول الموجودة، حيث تؤدي تنمية الحقول المكتشفة سابقاً وإجراء التوسعات فيها أو استخدام تكنولوجيا حديثة في هذا المجال إلى زيادة المخزون البترولي المؤكد.

الغاز الطبيعي:

يعد الغاز الطبيعي من مصادر الطاقة الحديثة التي زاد استخدامها في الآونة الأخيرة.

والغاز الطبيعي هو عبارة عن خليط من الأيدروكربونات منها أساساً الميثان والبروبان والبيوتان، ويظهر متحداً مع البترول في آباره أو ذائباً فيه، أو يوجد منفصلاً في حقول غازية، كما يمكن استخلاص الغاز الطبيعي صناعياً من الفحم. ويعد الغاز الطبيعي وقوداً مثالياً للبيئة، وتتلخص طرق الاستفادة من الغاز الطبيعي في فصل غازات الميثان والإيثان التي يمكن استخدامها كوقود في عمليات

إنتاج الحديد والألمنيوم والأسمنت وتوليد الكهرباء وتحلية المياه المالحة، وكذلك يستخدم الغاز في الحصول على الهيدروجين اللازم لصناعة الأسمدة، والنترات، والأمونيا، كما تعتمد كثير من صناعات البلاستيك والمنظفات الصناعية والألياف الصناعية والكيماويات والمطاط الصناعي وغيرها على غازي الميثان والبروبان كمادة خام. ويسمى الغاز المستخدم في الأغراض الصناعية باللقيم، ويشكل اللقيم عصب الصناعات البتروكيماوية التي تطورت بشكل سريع في المملكة العربية السعودية، اعتماداً على وجود الغاز الطبيعي المصاحب للبترول الذي كان يحرق في السابق، مما يشكل استغلاله في أغراض الصناعات البتروكيماوية قيمة اقتصادية مضافة كبيرة للاقتصاد الوطني، مقابل تكلفة فرصة بديلة عند حرقه تساوي الصفر. ومن أهم ميزات استغلال الغاز الطبيعي ما يأتي:

1. اعتماد كثير من الصناعات البتروكيماوية على الغاز الذي يدخل في كثير من الصناعات الحديثة ذات القيمة الاقتصادية المضافة العالية.
2. اعتماد أكثر محطات تحلية المياه المالحة الحديثة على غاز الإيثان كمصدر للطاقة لإنتاج المياه المحلاة والطاقة الكهربائية.
3. يتميز الغاز الطبيعي بالنظافة في الاستعمال وذلك لخلوه من الشوائب الكبريتية، ولذلك فإن استخدامه وحرقه في الأفران لا يؤدي إلى تلوث البيئة، فلا ينتج من استهلاكه كوقود أكاسيد الكبريت والنيتروجين التي تنتج من استخدام زيت الوقود، كما أنه لا يؤثر في أنابيب الأفران (وهذا يعد حلاً لمشكلة تلوث البيئة والهواء والمياه خصوصاً في المدن الصناعية المكتظة بالسكان).
4. يتميز الغاز الطبيعي بأنه سريع الاشتعال، ولذلك فهو يعد وقوداً مثالياً وخاصة في الاستعمالات المنزلية.
5. كذلك لبعض مكونات الغاز (كالميثان، والإيثان) ميزات تساعد على التحكم في درجة حرارة الأفران إلى أقرب درجة مئوية مرغوب فيها، وذلك لوجودها في الحالة الغازية، كما أنها تتميز بارتفاع محتواها الحراري أيضاً.

6. رخص ثمن الغاز الطبيعي النسبي (تكلفة الفرصة البديلة) بالمقارنة بالبترول، وارتفاع المردود الاقتصادي لاستخدامه في الأسواق المحلية خاصة إذا كان يخرج مصاحباً للبترول، حيث لا يوجد له تكلفة فرصة بديلة.

الطلب على الطاقة :

الطلب على مصادر الطاقة Demand of Energy هو طلب مشتق من الطلب على الصناعات أو السلع والخدمات النهائية التي تستخدم الطاقة في مراحل إنتاجها أو توفيرها المختلفة، وبشكل عام فإن الطلب على الطاقة هو طلب متزايد (موجب) عبر الزمن يتأثر بالعديد من المتغيرات والعوامل التي تتباين من حيث الأهمية ودرجة التأثير من مجتمع لآخر، ومن وقت لآخر، إلا أنه يجب أخذ مجملها في الاعتبار في أي دراسة لتقدير حجم الطلب على الطاقة ومن أهم هذه العوامل أو المحددات:

1) متوسط دخل الفرد

2) أسعار الطاقة

3) هيكل الإنتاج ومعدل النمو الاقتصادي

4) التوقعات المستقبلية بمدى وفرة أو كفاءة استخدام الطاقة

5) القدرة على تنسيق السياسات النفطية

6) معدل التلوث البيئي

المخزون ومعدل الاستخراج والمخزون المتبقي

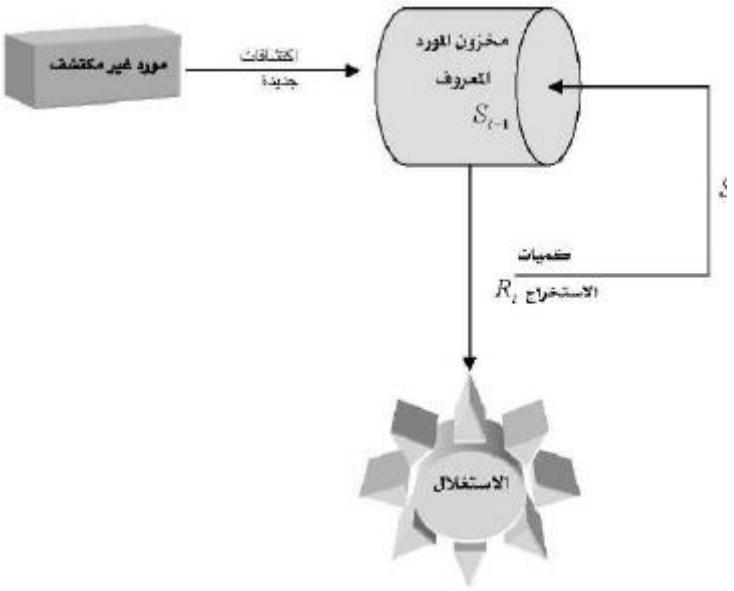
سبق لنا تعريف المورد القابل للنضوب بأنه ذلك المورد الطبيعي الموجود في الطبيعة بكميات معروفة ومحددة وأنه غير قابل للنمو أو التكاثر في مدى زمني قابل للتخطيط من الناحية الاقتصادية، وبذلك يكون معدل نموه أو تكاثره قليل نسبياً خلال أي مدى زمني تخطيطي ولكن ليس في المدى الزمني الجيولوجي. ويعد النفط والمعادن بأنواعها أمثلة نمطية على المورد القابل للنضوب، حيث إنه يمكن اعتبار أنه لا يمكن نمو كمياتها الموجودة في الأرض

حالياً إلا خلال أزمنة جيولوجية قد تصل إلى ملايين السنين لا اعتبار لها في أي مجال تخطيطي منطقي. ويعرف أنتوني فشر (1981م) الاحتياطيات بأنها الكميات المعروفة من المورد الممكن الربح من وراء استخراجها وبيعها بأسعار السوق السائدة للمورد ووسائل الإنتاج التي استخدمت في استخراجها وتنقيته ليكون جاهزاً للبيع. كما يوضح بروبست* (1966م) أن هناك احتياطيات غير اقتصادية يمكن أن تصبح اقتصادية، عن طريق تغير الظروف الاقتصادية (الأسعار) أو تغير التقنيات المستخدمة في استخراجها (التكاليف)، كما يفرق بروبست بين النضوب الجيولوجي والنضوب الاقتصادي حيث يقصد بالأول استخراج كامل الاحتياطي الموجود في حقل أو منجم وهو يعد نفاذ نهائي للمورد، بينما النضوب الاقتصادي يعني عدم ربحية الاستمرار في الاستخراج من هذا الحقل أو المنجم لارتفاع التكاليف أو انخفاض الأسعار أو غيرها من العوامل المؤثرة على الربحية منه. وعادة ما توجد هذه الموارد في تكوينات يمكن علمياً تقدير كمياتها يطلق عليها مخزون المورد المعروف Reserves أو Stocks، وسيرمز

لها في هذه المحاضرة S_t حيث ترمز t إلى المدة الزمنية التي حسب فيها مخزون المورد القابل للنضوب؛ ويعد مستوى المخزون S_t متغيراً حالياً State variable يوضح حالة المخزون عند فترات زمنية مختلفة يرمز لها بـ t. هذا المورد يمكن استغلاله أو استخراجه Extraction بمعدل R_t حيث ترمز t إلى المدة الزمنية التي يتم فيها الاستخراج ويعد مستوى الاستخراج R_t متغيراً خارجياً أو قرارياً أو متغيراً تحكمياً Control Variable or Decision Variable حيث يمكن لمتخذ القرار الاقتصادي التحكم فيه أو اتخاذ قرار حياله. فإذا تم استخراج الكمية

R_t في المدة t من المخزون S_{t-1} المتوفر في المدة $t-1$ فإن "المخزون المتبقي" للمدة التالية t هو S_t وهو ما يمكن تمثيله في المعادلة التالية:

$$S_t = S_{t-1} - R_t$$



ديناميكية مخزون المورد

الهدف الاجتماعي من استغلال المورد

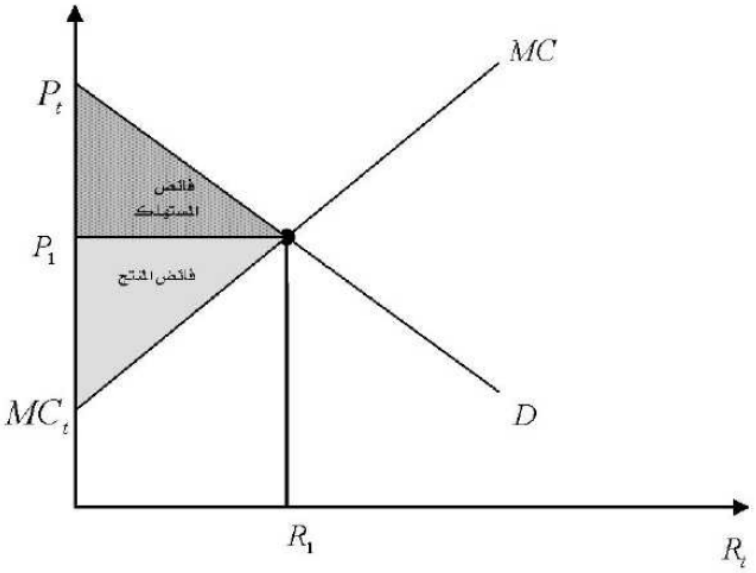
يختلف هدف المجتمع من استغلال المورد القابل للنضوب عن هدف المنتج الخاص من عدة جوانب؛ فالمنتج الخاص هدفه تعظيم ربحه على مدى زمني قصير أو متوسط بحسب عمره أو خططه الاستثمارية الحالية والمستقبلية، وهو ما يمكن تمثيله بتعظيم Maximization القيمة الحالية لمجموع فائض المنتج فقط الذي تمثل بيانياً بالمنطقة المحصورة بين خط السعر ومنحنى التكاليف. بينما المجتمع يهدف إلى تعظيم القيمة الحالية لمجموع فائض المنتج وفائض المستهلك الذي يطلق عليه

فائض المجتمع ويمكن تمثيله بيانياً بالمنطقة المحصورة بين منحنى الطلب ومنحنى التكاليف الحدية أي منحنى العرض. وحيث إن كل الموارد تعود ملكيتها إلى المجتمع حتى وإن امتلك بعضها الأفراد، حيث إنهم جزء من المجتمع، فإن الهدف الاجتماعي لاستغلال المورد هو الهدف الصحيح من وجهة نظر المجتمع أو المخطط الاجتماعي، أي تعظيم فائض المجتمع (مجموع فائض المستهلك والمنتج) والتي يمكن حسابها كما يأتي:

$$P_t = P(R_t)$$

$$MC_t = MC(R_t)$$

حيث R_t هي كمية المورد المستخرجة في المدة الزمنية t، بينما P_t هو سعر المورد آنذاك، و MC_t هي التكلفة الحدية للمورد في المدة الزمنية t، ويوضح الشكل التالي توازن المنتج الخاص من إنتاجه للسلع العادية.



هدف المنتج للسلع العادية