الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة أمحمد بوقرة بومرداس
كلية العلوم الإقتصادية، التجارية
و علوم التسيير

Ministère de l'enseignement supérieur
Et de la recherche scientifique
Université M'Hamed BOUGARA de Boumerdès
Faculté des Sciences Economiques ,Commerciales
Et des Sciences de Gestion

مطبوعة بيداغوجية تحت عنوان:

محاضرات في اقتصاديات الطاقة

موجهة لطلبة: السنة الأولى ماستر تخصص: اقتصاد دولي

السنة الثانية ماستر تخصص: اقتصاد الأعمال

من إعداد الدكتور: قلي محمد

قسم العلوم الاقتصادية

السنة الجامعية: 2022 - 2023

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات	I
المقدمة	1
الفصل الأول: الإطار الكلي والجزئي لاقتصاديات الطاقة	7
تمهيد	8
أولا: مفهوم الموارد الاقتصادية و الطبيعية	9
ثانيا: تصنيف الموارد الطبيعية	10
1. تصنيف الموارد حسب عمرها الزمني	10
2. تصنيف الموارد حسب علاقتها بالنشاط البشري	10
3. تصنيف الموارد حسب جغرافيتها	11
ثالثا: التسعير والاستغلال الأمثل للموارد الطبيعية	11
1. محددات الطلب على الموارد الناضبة	11
2. محددات عرض الموارد الناضبة	12
رابعا: تطور اقتصاديات الموارد الطبيعية	13
خامسا: تخصيص الموارد الناضبة	15
سادسا: الموارد الطبيعية وإشكالية النمو الاقتصادي	18
سابعا: نقمة الموارد الطبيعية ونظرية العلة الهولندية	20
1. تعريف نظرية المرض الاقتصادي الهولندي	21
2. فرضيات المرض الاقتصادي الهولندي	21
3. النماذج المفسرة للعلة الهولندية	22
الفصل الثاني: مفاهيم اقتصاد الطاقة	27
تمهيد	28
أولا: مفهوم الطاقة	28
1. تعريف الطاقة	28
2. مفهوم اقتصاد الطاقة	29

ثانيا: أشكال الطاقة واستعمالاتها 29
1. أشكال الطاقة 29
2. استعمالات الطاقة 31
ثالثا: وحدات قياس الطاقة وعوامل تحويلها 32
1. الوحدات الأصلية 33
2. وحدات قياس الكتلة 33
3. وحدات قياس الحجم 33
4. العلاقة بين الكتلة والحجم-الثقل النوعي والكثافة النوعية 33
5. الوحدات المشتركة 34
رابعا: تصنيفات الطاقة 34
1. مصادر الطاقة الناضبة أو الأحفورية 36
2. مصادر الطاقة المتجددة 36
خامسا: كفاءة استخدام الطاقة 38
سادسا: علاقة الطاقة بالتنمية الاقتصادية 39
سابعا: علاقة الطاقة بالبيئة والتلوث 40
1. التأثيرات البيئية لعملية إستكشاف النفط واستخراجه 40
2. التأثيرات البيئية لعملية نقل البترول 42
3. التأثيرات البيئية لعمليات تكرير النفط 42
4. التأثيرات البيئية لعمليات إراقة النفط 43
5. التأثيرات البيئية لعمليات استهلاك النفط والغاز 44
الفصل الثالث: تحليل العرض والطلب على الطاقة 46
أولا: الطلب على الطاقة 47
1. مفهوم الطلب على الطاقة 47
2. محددات الطلب على الطاقة 47
ثانيا: عرض الطاقة 50

1. مفهوم عرض الطاقة (العرض النفطي) 50
2. محددات عرض النفط 51
ثالثا: تشخيص العرض والطلب على الطاقة عالميا 53
رابعا: تسعير النفط 56
1. أنواع أسعار النفط 56
2. العوامل المحددة لسعر النفط 57
3. تحديد السعر وفق قانون العرض والطلب 59
4. مراحل تسعير النفط 60
5. العلاقة بين الأسعار الفورية و الأسعار الآجلة للنفط 69
خامسا: الأسواق المالية وتأثيراتها في أسواق النفط 71
الفصل الرابع: الطاقات التقليدية 74
أولا: النفط 75
1. تعريف النفط 75
2. تاريخ اكتشاف النفط 76
3. نظريات تكوين النفط 76
4. أنواع النفط 78
5. خامات النفط القياسية 79
6. تصنيف النفط الخام 81
7. المنتجات النفطية 85
8. مقياس الوحدة النفطية 88
ثانيا: الصناعة النفطية 88
1. تعريف الصناعة النفطية 88
2. تاريخ الصناعة النفطية 89
3. خصائص الصناعة النفطية 90
4. مراحل الصناعة النفطية 91

5. المخزون النفطي 101
6. الاحتياطات النفطية 103
ثالثا: الغاز الطبيعي 104
1. مفهوم الغاز الطبيعي 104
2. خصائص الغاز الطبيعي 105
3. صناعة الغاز الطبيعي 106
4. تجارة الغاز الطبيعي على المستوى الدولي 108
5. معوقات استخدام الغاز الطبيعي 113
رابعا: الفحم الحجري 113
1. مفهوم الفحم الحجري 113
2. أهمية الفحم الحجري 113
3. استعمالات الفحم الحجري 114
4. صناعة وتجارة الفحم على المستوى الدولي 114
5. تحليل التكاليف في صناعة الفحم 117
6. معوقات استخدام الفحم الحجري 118
الفصل الخامس: الطاقات المتجددة 119
تمهيد 120
أولا: مفهوم الطاقات المتجددة 120
ثانيا: أسباب ودوافع الاهتمام العالمي بتطوير الطاقات المتجددة 122
ثالثا: مصادر وأنواع الطاقات المتجددة 124
1. الطاقة الشمسية 124
2. طاقة الرياح 128
3. الطاقة الكهرومائية 129
4. طاقة الكتلة الحيوية 130
5. طاقة المحيطات والمد والجزر 131

6. الطاقة الحرارية الجوفية 132

رابعا: العقبات والتحديات التي تواجه تبني الطاقات المتجددة 133

خامسا: واقع ومستقبل الطاقات المتجددة في إفريقيا 134

سادسا: تكاليف وتسعير الطاقات المتجددة 136

سابعا: مسارات ومتطلبات زيادة حصص الطاقة المتجددة في الاستهلاكات النهائية للطاقة 138

الخاتمة 141

قائمة المراجع 145

المقدمة

المقدمة

تهدف هذه المطبوعة البيداغوجية إلى تقديم دروس ومحاضرات في مقياس اقتصاديات الطاقة من خلال عرض أهم النظريات والمفاهيم الأساسية المتعلقة بالطاقات سواء التقليدية كالنفط، الغاز الطبيعي، و الفحم؛ أو تلك بالمتعلقة بالطاقات المتجددة، كالطاقة الشمسية، الطاقة الكهرومائية، الطاقة الحيوية، طاقة الرياح.... يعتبر هذا المقياس من بين مقاييس الوحدة الأساسية لتخصص الاقتصاد الدولي _ السنة الأولى ماستر _ شعبة العلوم الاقتصادية، كما يندرج ضمن تخصصات أخرى جديدة ضمن البرنامج الوزاري الجديد للتكوين في طور الماستر، مثل تخصص اقتصاد الأعمال _ السنة الثانية ماستر _ شعبة العلوم الاقتصادية.

اقتصاديات الطاقة هي فرع من فروع الاقتصاد التطبيقي حيث يتم استعمال القواعد والأدوات الاقتصادية لمعالجة الإشكالات الاقتصادية المتعلقة بصناعة وتجارة واستهلاك الطاقة، وتحليلها منطقيا ومنهجيا لتوقع مسارات الطاقة واتجاهاتها مستقبلا.

كانت الثورة الصناعية في القرنين الثامن والتاسع عشر مدفوعة بالانتقال بعيدا عن مصادر الطاقة التقليدية مثل الخشب والطاقة الحيوانية إلى جانب طاقة الوقود الأحفوري. إذا أرادت البشرية تحقيق ثورة الاستدامة في القرن الواحد والعشرين، فسيكون ذلك مدفوعا بالانتقال بعيدا عن طاقة الوقود الأحفوري إلى جانب المصادر المتجددة مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية. تعتمد الاقتصادات الحديثة بشكل مطلق على الإمداد المستمر بالطاقة. فرغم أن نفقات الطاقة لا تمثل سوى حوالي 6٪ من الناتج المحلي الإجمالي في الولايات المتحدة الأمريكية مثلا، فإن 94٪ المتبقية من حجم الاقتصاد ستنهار بدون إمدادات كافية للطاقة.

عليه، تعد الطاقة أحد أهم العوامل المحفزة للنمو الاقتصادي والتنمية المستدامة في جميع أنحاء العالم. فهي تمثل العصب الرئيسي لجميع القطاعات الاقتصادية والصناعية، وتلعب دورا حاسما في تلبية احتياجات المجتمع وتحقيق رفاهيته. ومع تزايد الوعي بأثر الأنشطة البشرية على التغير المناخي واستنزاف الموارد الطبيعية، أصبح استخدام الطاقة المستدامة والفعالة ضرورة ملحة للمحافظة على بيئتنا وضمان استدامة النمو الاقتصادي في المستقبل. يعتبر قطاع الطاقة من القطاعات الأكثر تعقيدا في الاقتصاد لمجموعة من العوامل، وهي:

- تميل الصناعات المكونة لقطاع الطاقة إلى أن تكون تقنية للغاية بطبيعتها، وتتطلب بعض الفهم للعمليات والتقنيات الأساسية لفهم جيد للقضايا الاقتصادية المتعلقة بها.
- كل صناعة في القطاع لها ميزاتها الخاصة التي تتطلب اهتماما خاصا.
- الطاقة كونها مكونا لأي نشاط اقتصادي، فإن توافرها أو عدم وجودها يؤثر على المجتمع، وبالتالي، هناك مخاوف و تأثيرات مجتمعية أكبر تؤثر على القطاع.

- يتأثر القطاع بالتفاعلات على مستويات مختلفة (دولية وإقليمية ووطنية وحتى محلية)، يتجاوز معظمها موضوع تخصص واحد.

نتيجة لذلك، اجتذبت تحليلات مشاكل الطاقة اهتمامات متعددة التخصصات وترك الباحثون من مختلف المجالات انطباعاتهم على هذه الدراسات. كان تأثير الهندسة وبحوث العمليات وأنظمة دعم القرار الأخرى في مجال اقتصاديات الطاقة عميقا. حيث تم تحليل قضايا الطاقة من منظور اقتصادي لأكثر من قرن حتى الآن. لكن اقتصاديات الطاقة لم تتطور كفرع متخصص حتى أول صدمة نفطية في سبعينيات القرن العشرين. أبرز الارتفاع الحاد في أسعار النفط في الفترة 1973-1974 أهمية الطاقة في التنمية الاقتصادية للبلدان. منذ ذلك الحين، اهتم الباحثون والأكاديميون وحتى صانعو السياسات بشدة بدراسات الطاقة، واليوم برزت اقتصاديات الطاقة كفرع معترف به بمفرده.

مثل أي فرع من فروع الاقتصاد، تهتم اقتصاديات الطاقة بالقضية الاقتصادية الأساسية المتمثلة في تخصيص الموارد النادرة في الاقتصاد. وهكذا، فإن شواغل الاقتصاد الجزئي المتعلقة بالعرض والطلب على الطاقة وارتباطات الاقتصاد الكلي للاستثمار والتمويل والروابط الاقتصادية مع بقية الاقتصاد تشكل جزءا أساسيا من الموضوع. ومع ذلك، فإن القضايا التي تواجه صناعة الطاقة تتغير، مما يؤدي إلى ظهور قضايا جديدة في الواجهة. على سبيل المثال، في سبعينيات القرن العشرين ، كان التركيز على فهم صناعة الطاقة (وخاصة صناعة النفط) ، و تحويل الطاقة وإلى حد ما على الطاقات المتجددة. وعلاوة على ذلك، كان هناك بعض التركيز على التخطيط المتكامل لنظم الطاقة مع التركيز بشكل رئيسي على البلدان النامية.

توسع نطاق العمل في ثمانينيات القرن العشرين. وأصبحت الشواغل البيئية المتعلقة باستخدام الطاقة والتنمية الاقتصادية شاغلا رئيسيا وهيمن البعد البيئي على مناقشة السياسات. وقد أدى ذلك إلى تحول كبير في تركيز دراسات الطاقة أيضا - أصبحت مسألة الآثار البيئية المحلية والإقليمية والعالمية لاستخدام الطاقة جزءا لا يتجزأ من التحليل.

في تسعينيات القرن العشرين، اجتاح تحرير أسواق الطاقة وإعادة الهيكلة العالم بأسره على الرغم من استمرار تغير المناخ والقضايا البيئية العالمية والمحلية الأخرى. جلبت هذه التغييرات قضايا وتحديات جديدة إلى دائرة النقاش، وبحلول نهاية العقد، أصبح من الواضح أنه ما لم يتم التفكير جيدا في التصميم الأساسي لمزيج الطاقة، فلن تنجح الإصلاحات.

في السنوات الأخيرة، تحول التركيز إلى ارتفاع أسعار النفط وندرة الطاقة والجدل حول تدخل الدولة بدلا من إمدادات الطاقة التي يقودها السوق. ويعزى هذا التأرجح في الاهتمام إلى المخاوف بشأن أمن الإمدادات في عالم

مقيد بالكربون.

يوفر الوقود الأحفوري حاليا حوالي 80٪ من الطاقة في العالم. على الرغم من المخاوف السابقة بشأن الإمدادات، فإن الوقود الأحفوري وفير بشكل عام. تشمل عيوب الوقود الأحفوري تقلب الأسعار وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون وملوثات الهواء المحلية والآثار البيئية للتعدين. تؤدي الطاقة النووية إلى انخفاض الانبعاثات، لكن المخاوف الرئيسية هي ارتفاع التكاليف وإمكانية وقوع حوادث.

كانت مصادر الطاقة المتجددة، وخاصة طاقة الرياح والطاقة الشمسية، محدودة في الماضي بسبب ارتفاع التكاليف. لكن أسعار طاقة الرياح والطاقة الشمسية انخفضت بشكل كبير في السنوات الأخيرة بسبب التحسينات التكنولوجية، بحيث أصبحت الآن أرخص مصدرين للطاقة في العالم، في المتوسط، حتى بدون دعم. مع استيعاب العوامل الخارجية، تصبح الميزة الاقتصادية للطاقة المتجددة على الوقود الأحفوري أكبر.

بناء على ذلك، نصبو في محاضرات هذه المطبوعة تقديم الأدوات والمفاهيم الاقتصادية الأساسية التي يمكن استخدامها لفهم وتحليل القضايا التي تواجه قطاع الطاقة. والهدف من ذلك هو توفير فهم شامل لقطاع الطاقة وتزويد الطلبة بالأدوات التحليلية التي يمكن استخدامها لفهم الطلب والعرض والاستثمارات والتفاعلات بين اقتصاد الطاقة وجوانب السياسات ذات الصلة.

يشار إلى الطبيعة متعددة الأبعاد للتفاعلات المتعلقة بالطاقة على المستوى العالمي، من خلال ثلاثة تأثيرات أساسية:

- تجارة الطاقة: أي جميع المعاملات التي تنطوي على سلع الطاقة (خاصة النفط وبدرجة أقل الفحم والغاز) ترجع إلى الاختلافات في الثروات الطبيعية لموارد الطاقة عبر البلدان والفجوات في العرض والطلب المحليين؛ وبالمثل، يمكن النظر في تدفق التكنولوجيات والموارد البشرية والموارد المالية وغيرها من الموارد وكذلك الملوثات المتولدة من الطاقة واستخدامات المواد الأخرى على هذا المستوى.
- التأثيرات المؤسسية الدولية: تؤثر التداخلات المختلفة من خلال المؤسسات الدولية على التفاعلات بين البلدان وتحكم المعاملات. وتشمل هذه الأطر القانونية والمعاهدات والاتفاقيات والمنظمات الدولية مثل الأمم المتحدة والبنك الدولي وصندوق النقد الدولي وما شابه ذلك.
- التفاعلات الأخرى: تؤثر التفاعلات الأخرى بين البلدان (التعاون والمنافسة والصراعات) التي تشمل حكوماتها أو الكيانات الأخرى (مثل الشركات) أيضا على قطاع الطاقة.

هذه التأثيرات ليست حصرية ولا ثابتة بطبيعتها. ونتيجة لذلك، فإن الأهمية النسبية لواحد أو أكثر من هذه

التأثيرات على بلد معين سوف تختلف، كما يمكن لها أن تعدل العلاقات على نطاق واسع.

ينشأ الدور الرئيسي لقطاع الطاقة في الأنشطة الاقتصادية لأي اقتصاد بسبب الترابط المتبادل بين الأنشطة الاقتصادية والطاقة. فعلى سبيل المثال، يستخدم قطاع الطاقة مدخلات من مختلف القطاعات الأخرى (الصناعة، والنقل، وما إلى ذلك) وهو أيضا مدخل رئيسي لمعظم القطاعات. وتؤثر هذه العلاقات المتبادلة على الطلب على الطاقة، وإمكانيات الإحلال داخل قطاع الطاقة ومع الموارد الأخرى (رأس المال والأرض والعمالة والتكنولجيا)، وإمدادات الطاقة وغيرها من السلع والخدمات، وقرارات الاستثمار، ومتغيرات الاقتصاد الكلي للبلد (الناتج الاقتصادي، وحالات ميزان المدفوعات، والتجارة الخارجية، والتضخم، وسعر الفائدة، وما إلى ذلك). مرة أخرى، تؤثر المؤسسات على المستوى الوطني (بما في ذلك القواعد والمنظمات مثل الحكومة والقضاء، وما إلى ذلك) على هذه التفاعلات وتتأثر بها.

كذلك ، يتكون قطاع الطاقة نفسه من صناعات (أو قطاعات فرعية) مختلفة، لكل منها خصائص تقنية واقتصادية مختلفة. كما أنها مترابطة إلى حد ما، وتحاول كل صناعة تحقيق عملية متوازنة مع مراعاة الطلب والاستثمار والأسعار والعرض والبيئة المؤسسية. تتأثر قرارات التشغيل بشكل كبير بأهداف وغايات المشغلين وقيود التشغيل التي يواجهونها (بما في ذلك القيود المتعلقة بالموارد والقيود الاجتماعية والسياسية). كما يؤثر نمط الملكية وكذلك العوامل المؤسسية على القرارات.

وبالتالي فإن القطاع يواجه قضايا تشغيلية على المستوى الجزئي ذات طبيعة قصيرة الأجل وكذلك تلك المتعلقة بالمستقبل على المدى المتوسط والطويل. نظرا للخصائص المحددة لقطاع الطاقة مثل الاعتماد على الطاقات غير المتجددة، وكثافة رأس المال للاستثمارات، وأحجام المصانع المنفصلة، وفترة الحمل الطويلة، واقتصادات الحجم، وقابلية تداول سلع معينة مما يؤدي إلى إمكانات توليد إيرادات عالية مقارنة بالأنشطة الاقتصادية الأخرى، وظاهرة دورة النمو والكساد، عمليات اتخاذ القرارات في وقت مبكر للمستقبل والحاضر تشكل إلى حد كبير النتائج المستقبلية، على الرغم من وجود مستوى أكبر من عدم التأكد. فرغم أن مخطط التفاعل عام، فإن التفاصيل تختلف تبعا للظروف (مثل البلد الغني بالموارد أو البلد الفقير بالموارد) ، والظروف الاقتصادية (البلد المتقدم أو النامي) ، والبعد الزمني، وما شابه ذلك.

تركز الفصول المختلفة من هذه المطبوعة على الجوانب المذكورة أعلاه. حيث تم هيكلتها وتنظيمها وفق الفصول الرئيسية أدناه:

- **الفصل الأول: الإطار الكلي لاقتصاديات الطاقة**
- **الفصل الثاني: مفاهيم اقتصاد الطاقة**

- **الفصل الثالث: تحليل العرض والطلب على الطاقة**
- **الفصل الرابع: الطاقات التقليدية**
- **الفصل الخامس: الطاقات المتجددة**

الفصل الأول: الإطار الكلي والجزئي لاقتصاديات الطاقة

تمهيد

تعد الموارد الطبيعية بشكل عام أحد أهم عوامل الإنتاج الأربعة المحددة في الاقتصاد الكلي، وقد اصطلح على تسميتها بعنصر الأرض، وهي تشمل الأراضي الزراعية ومياه الشرب والمراعي الطبيعية والغابات والمصايد والثروات المعدنية ومصادر الطاقة الأحفورية ومصادرها الطبيعية المتجددة كالشمس والرياح وغيرها، فهي بذلك تشكل كل ما يدخل في العملية الإنتاجية ويدر منفعة مباشرة ويكون للطبيعة _لا للإنسان_ الدور الحاسم في تفعيل وجوده. وتنقسم الموارد الطبيعية إلى موارد متجددة وموارد ناضبة ونوع وسط قابل للنضوب يتم تصنيف الموارد من حيث قابليته للنضوب، بمقارنة معدل تجدده بالمعدل المحتمل لاستغلاله.

شكلت ندرة الموارد الطبيعية أحد أهم أسباب الأزمات التي شهدها العالم خلال العقود القليلة الماضية. ويتوقف النجاح في التصدي لهذه الأزمات وتحقيق مستويات أفضل للرفاهية الاقتصادية، في المستقبل، على حجم ونوعية ما يتاح من موارد اقتصادية وعلى كيفية استخدامها.

تمثل مشكلة ندرة الموارد الاقتصادية شقا هاما في صراع الانسان الدائم مع الطبيعة لإشباع حاجاته المتزايدة والمتعددة والمتجددة، وعليه التعايش مع ما يسمى بمشكلة التفضيل بغض النظر عن طبيعة النظام الاقتصادي الذي يمارس من خلاله وظائفه الاقتصادية. وبالتالي فإن على الانسان الاجتهاد من أجل تحقيق التوازن بين الرغبات والحاجات المتزايدة بمعدل سريع، من جهة؛ والإمكانات والموارد القابلة للاستغلال المتزايدة بمعدل أبطأ، من جهة أخرى.

تعتبر الموارد اقتصادية إذا دخلت في دائرة الاستغلال الاقتصادي لإشباع حاجة معينة أو طلب معين، وحتى ينحقق ذلك يجب توفر شرطين أساسين؛ يتعلق الأول بالمعرفة والمهارة الفنية التي تسمح باستخراج الموارد أو استخدامها؛ يتمثل الثاني في وجود طلب على المورد ذاته أو على الخدمات التي ينتجها.

أولا: مفهوم الموارد الاقتصادية و الطبيعية

يعرف ساملسون (1989) الموارد الاقتصادية أو عناصر الإنتاج بأنها كل ما يحقق منفعة مباشرة أو غير مباشرة للإنسان، ويكون مرتبطا بقيمة؛ كما يعرف محمد حامد عبد الله (1991) الموارد الاقتصادية بأنها كل ما يستخدمه الإنسان لتحقيق منفعة أو لإشباع رغبة معينة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، وأنها ترتبط دائما بقيمة أو ثمن محدد؛ ويعرف راندل (1987) الموارد الطبيعية بأنها الأشياء المفيدة ذات القيمة في الحالة التي نجدها عليها، وهي بذلك مادة خام لم يتم تعديلها. وبذلك فقد تكون مدخلا في عملية إنتاجية لمنتج ذي قيمة، أو قد تستهلك بشكل مباشر. وبذلك، فإن الموارد التي لم تعرف بعد أو التي لم يوجد أو يعرف لها استخدام اقتصادي لا تعد موردا، كما أن الموارد المفيدة في استخدامها، ولكنها موجودة بكميات كبيرة جدا مقارنة بالطلب القائم عليها مما يجعل قيمتها مجانية، لا تعد موردا. (آل الشيخ، 2007، ص ص. 19-20)

يعرف جوزيف ستيجليتز (1979)، كذلك، المورد الطبيعي بأنه ذلك المورد الموجود في الطبيعة ولم ينتج من قبل الإنسان، ويفرق ستيجليتز بين عدة أنواع من الموارد هي: الموارد الطبيعية القابلة للنضوب (Exhaustible Natural Resources)، مثل النفط؛ الموارد الطبيعية القابلة للإكثار (Augmentable Natural Resources)، مثل الأسماك؛ الموارد الطبيعية التي لا تنضب ولكنها غير قابلة للإكثار (Inexhaustible But Non – Augmentable Resources)، مثل الأراضي والمد والجزر والشمس؛ والموارد القابلة لإعادة الاستخدام أو التدوير (Recyclable Resources)، مثل المعادن. (آل الشيخ، 2007، ص ص. 20-21)

في الأخير، يقسم حمد بن محمدآل الشيخ (2007) تعريفه للموارد الطبيعية إلى قسمين أساسيين وفقا لعمرها الزمني؛ يمثل القسم الأول الموارد الطبيعية غير المتجددة أو القابلة للنضوب (Non-renewable Resources، Exhaustible Resources، Deplatable Resources)، مثل النفط والمعادن أو تكوينات المياه الجوفية غير المتجددة؛ يمثل القسم الثاني الموارد الطبيعية المتجددة أو القابلة للإكثار أو النمو (Renewable Resources)، مثل الأسماك أو الغابات أو المراعي أو قطعان الماشية أو الطيور، أو المياه المتجددة التي تكثر بالتعويض أو الإمداد، والتي قد تنضب متى ما تجاوز مستوى استخدامها أو استهلاكها مستوى التعويض. والتفريق بين الموارد القابلة للنضوب والمتجددة غير محدد أو دقيق، لأن الموارد القابلة للنضوب تتجدد ويستمر تكوينها أو اكتشاف الجديد منها ولكن بشكل بطيء وتستغرق زمنا جيولوجيا لا يدخل في المدى الزمني التخطيطي الاقتصادي، كما أن الموارد المتجددة قد تتحول إلى موارد قابلة للنضوب متى ما تم استخراجها أو استهلاكها بمستوى أو معدل أعلى من معدل نموها أو تكاثرها. (آل الشيخ، 2007، ص. 21)

ثانيا: تصنيف الموارد الطبيعية

تصنف الموارد بصفة عامة إلى موارد طبيعية وموارد بشرية وموارد اقتصادية، وتعتبر هذه الأخيرة المحصلة النهائية للتفاعل القائم بين الموارد البشرية والموارد الطبيعية. عليه، توجد العديد من التصنيفات للموارد الطبيعية، بناءا على معايير مختلفة مثل العمر الزمني ودوام المورد أو نفاذه، علاقتها بالنشاط البشري، والتصنيف حسب جغرافيتها. (مندور ورمضان نعمة الله، 1990، ص ص.27-32)

1. تصنيف الموارد حسب عمرها الزمني:

- موارد متجددة Renewable Resources: وهي تلك الموارد التي تنمو أو تزيد عبر الزمن، والتي إما أن يكون نموها أو تزايدها خارجيا أو مستقلا عن حجم المخزون، أي ليس علاقة بالمخزون المتواجد، كمياه الأمطار أو الأنهار؛ وإما أن يكون نموها داخليا أو تابعا، أي يعتمد على حجم المخزون الموجود منها، أي أنها تتكاثر إحيائيا. هذه الموارد يمكن أن تكون مستمرة متى ما حافظ عليها الإنسان وأدارها بشكل عقلاني.

- موارد قابلة للنضوب Exhaustible Resources: وهي تلك الموارد التي يعد المخزون الموجود منها في الأرض ثابتا في إطار الزمن التخطيطي الواقعي حيث إن تكونها أو زيادة المخزون منها، يستغرق زمنا جيولوجيا يزيد على أي مدة زمنية تخطيطية ممكنة، وبذلك يعد المخزون منها في الأرض ثابتا من الناحية التخطيطية وهو ما يؤثر في إمكانية الأجيال القادمة من الحصول عليها واستغلالها. وهي بدورها تنقسم إلى قسمين هما: موارد يمكن إعادة استخدامها كالبمعادن، وموارد لا يمكن إعادة استخدامها كالبترول.

- موارد جارية Flow Resources: وهي ذلك النوع من الموارد التي لا يتأثر مستوى المخزون منها بما يتم استخدامه حاليا أو ما تم استخدامه سابقا، فلا يؤثر استخدام أي دولة أو مجموعة أو جيل حاليا على ما يمكن أن تحصل عليه أي دولة أو مجموعة أو جيل منها لاحقا، وبعبارة أخرى فإنها موارد مستمرة في التدفق مثل الطاقة الشمسية أو طاقة المد والجزر.

2. تصنيف الموارد حسب علاقتها بالنشاط البشري:

يكون استعمال الموارد سليما إذا أدرك الإنسان أهمية الاستغلال الأمثل لها، وتتنوع الموارد حسب هذا التصنيف إلى:

- درجة التحكم في استغلالها: وتنقسم بدورها إلى موارد متاحة بكميات كبيرة وغير مستغلة كالطاقة الشمسية، وموارد أخرى مستغلة كالمنتجات الزراعية وإلى موارد فريدة من نوعها كالتكوين الجيولوجي لمورد معين.

- التصنيف حسب التملك: تكون الموارد الطبيعية قابلة للتملك حسب المنظور الاقتصادي عندما يمكن

الحصول على قيمتها الاقتصادية كاملة كالأراضي التي يمكن أن يستفيد المزارع من خصوبتها ويستنفع بكل ما ينتج عليها؛ بالمقابل، الموارد غير القابلة للتملك هي تلك الموارد التي تشمل مؤثرات خارجية ترتبط بإنتاجها أو استهلاكها، إضافة إلى ذلك إمكانية نضوبها كالنفط والغاز الطبيعي، فالمشكلة الاقتصادية هي كيفية توزيع هذه الموارد المتناقصة زمنيا، في حين تبقى مشكلة الموارد المتجددة كالماء والغابات هي التسيير الجيد لها بما يكفل العطاء المتواصل والمحافظة عليها.

- **التصنيف حسب النهايات والأهداف الموجهة لها:** ونميز بين الموارد الموجهة حصريا لعمليات الإنتاج كالمعادن والطاقات الأحفورية، وموارد أخرى تعتبر في نفس الوقت منتجا نهائيا وتستخدم أيضا كوسيط في العملية الإنتاجية كالماء مثلا.

3. تصنيف الموارد حسب جغرافيتها:

يمكن تصنيف الموارد حسب مكان تواجدها الجغرافي إلى الأصناف الآتية:

- **موارد محلية:** وهي تلك الموارد التي توجد على مستوى القرية أو المدينة أو المحافظة.
- **موارد إقليمية:** وهي تلك الموارد التي توجد على مستوى الإقليم أو المنطقة الإدارية.
- **موارد وطنية أو قطرية:** وهي تلك الموارد التي توجد على مستوى الدولة.
- **موارد دولية:**وهي تلك الموارد التي تو جد مشتركة بين عدد من الدول أو كلها.

ثالثا: التسعير والاستغلال الأمثل للموارد الطبيعية:

يوجد ارتباط متبادل قوي بين المسار الزمني لسعر الموارد الطبيعية والكميات المعروضة منها خلال أي فترة زمنية، مع الأخذ بالحسبان حجم الطلب على هذه الموارد، خاصة الموارد الطبيعية الناضبة أوتلك القابلة للنضوب. عليه، يتحدد سعر المورد غير المتجدد في أسواق المنافسة الكاملة عن طريق تفاعل قوى العرض والطلب، التي تخضع بدورها لمجموعة من المحددات والعوامل المؤثرة.

1. محددات الطلب على الموارد الناضبة:

يتمثل الطلب، بصفة عامة، في الكميات التي يرغب المستخدمون في اقتناءها عندى مستويات سعرية معينة، ويعتبر الطلب على الموارد طلبا مشتقا من الطلب على السلع والخدمات التي يدخل في إنتاجها. تتمثل المحددات الأساسية للطلب على الموارد الناضبة في العناصر التالية: (ناصف، 2007، ص ص.37-43)

1.1. سعر المورد: يرتبط الطلب على المورد الناضب في أغلب الأحيان اتجاه السعر بعلاقة عكسية، حيث أن

الكمية المطلوبة من هذا المورد تتزايد بانخفاض السعر وتتقلص بارتفاعه. يعتبر هذا المؤشر مهما في رفع أو خفض وتيرة استخراج الموارد واستنزافها. كذلك، تساهم الأسعار النسبية المتوقعة للمورد في تأطير عملية استغلاله، فتوقع ارتفاع سعر المورد مستقبلا يؤدي إلى زيادة الطلب عليه لتخزينه قبل حدوث الارتفاع المحتمل.

2.1. التقدم التقني في مجال إنتاج السلع المختلفة: يؤدي التقدم التكنولوجي إلى ظهور حزمة من السلع الجديدة أو ابتكار أشكال جديدة للسلع المتوفرة أو استعمالاتها، ما يدفع إلى زيادة الطلب عليها، ومنه زيادة الطلب على الموارد التي تدخل في عمليات الإنتاج. بالمقابل، يمكن أن يصاحب التقدم التقني في أساليب الإنتاج خفض للكميات المستخدمة من الموارد، ومنه انخفاض الطلب عليها.

3.1. ظهور بدائل تحل محل المورد الطبيعي: تؤدي التطورات التكنولوجية المستمرة إلى اكتشاف بدائل جديدة للموارد الطبيعية تحل محلها في عمليات الإنتاج، ومن ثم ينخفض الطلب عليها، فظهور الطاقة الشمسية والنووية واستخدامها في توليد الطاقة الكهربائية قد يقلل من الاعتماد على الغاز الطبيعي لانتاجها، واكتشاف المطاط الصناعي بدل المطاط الطبيعي من شأنه خفض معدلات الطلب على الموارد التقليدية.

4.1. زيادة معدلات النمو في النشاط الاقتصادي ومعدلات النمو السكاني: عادة ما يصاحب التوسع في مستوى النشاط الاقتصادي ارتفاع المستوى المعيشي ونمو متوسط نصيب الفرد من الدخل القومي، ومن ثم زيادة معدلات النمو السكاني تؤدي إلى زيادة الطلب على السلع والخدمات المختلفة التي من شأنها زيادة الطلب على الموارد. كما أن زيادة معدلات النمو السكاني تؤدي إلى زيادة الطلب على السلع والخدمات المختلفة والمشتقة من الطلب على الموارد.

2. محددات عرض الموارد الناضبة: توجد، بصفة عامة، علاقة طردية بين الكمية المعروضة من أي سلعة وسعرها، حيث يقبل المنتج على عرض كميات أكبر من منتوج معين عندما يرتفع سعره في السوق. ينطبق هذا المبدأ، كذلك، على منحنى العرض الخاص بالموارد الطبيعية الناضبة رغم وجود خصوصيات تميز المورد الناضب عن المنتوج العادي، حيث يجب التفرقة هنا بين العرض المادي والعرض الاقتصادي، من جهة؛ وبين العرض من وجهة نظر المنتج الفرد ومن وجهة نظر المجتمع، من جهة أخرى.

1.2. العرض المادي والعرض الاقتصادي: يشير العرض المادي إلى الكميات المخزونة في باطن الأرض من المورد غير المتجدد ولذلك يكون العرض المادي مقدار ثابت لا يتأثر بمستوى السعر، أما العرض الاقتصادي فيشير إلى الكميات التي يمكن استخراجها من المورد الطبيعي بتكلفة مقبولة تتناسب مع مستويات الأسعار للمورد في السوق، ولأنه لا يتم استخراج المورد الطبيعي دفعة واحدة بل على مدار فترات زمنية طويلة نسبيا، يتم فيها استخراج المورد الأكثر جودة، والقريب من سطح الأرض أولا، ثم الانتقال إلى استخراج الموارد الأقل جودة والبعيدة عن سطح الأرض؛ عليه، تتزايد تكلفة الاستخراج تدريجيا مع زيادة عمليات الاستخراج إلى أن يتم

استنفاذ المورد فعليا أو اقتصاديا. يعني الاستنفاذ الفعلي نضوب المورد كلية، أما الاستنفاذ الاقتصادي فلا يعني نضوبه بالضرورة وانما ارتفاع تكاليف استخراج هذا المورد ومن ثم ارتفاع سعره بشكل يفوق سعر أقرب بديل له، مما يؤدي لتوقف عملية استخراج على الرغم من وجود هذا المورد في باطن الأرض بسبب ارتفاع تكاليف الاستخراج.

2.2. منحنى العرض الخاص ومنحنى العرض الاجتماعي: يأخذ المنتج في اعتباره التكلفة الحدية الخاصة التي يتحملها لاستخراج كمية معينة من المورد، إلا أنه من وجهة نظر المجتمع هنالك تكلفة إضافية يتحملها المجتمع نتيجة لعمليات الاستخراج التي تعني بالضرورة استنزاف المورد ونقص الكمية المتاحة منه للأجيال القادمة، ويتعلق الأثر الثاني بارتفاع تكلفة الاستخراج نتيجة لانخفاض الجودة، غير أن تكلفة المستخدم بهذا المفهوم لا تبرز في حالة بعض الموارد المتجددة مثل مياه البحار والمحيطات أو بعض الموارد التي تتميز بضخامة حجم الاحتياطات منها.

تتلخص العوامل المؤثرة والمتحكمة في عرض الموارد المتجددة في التغيرات التكنولوجية في مجال استخراج المورد والكشف عن مواقع تواجده التي من شأنها زيادة المعروض، بالإضافة إلى التغير في التكاليف الاستخراجية والسياسات الحكومية الخاصة بمكافحة التلوث، والتي من شأنها التأثير فيه.

رابعا: تطور اقتصاديات الموارد الطبيعية

لقد ارتبط الاهتمام بالجوانب النظرية لاقتصاديات الموارد الطبيعة أو الموارد الناضبة بكل من الظروف الاقتصادية التي سادت كل فترة، ونظرة المجتمع وتفهمه لتلك الظروف، فرغم إدراك الاقتصاديين منذ القرن الثامن عشر لأهمية دور الموارد الطبيعية في العملية الإنتاجية إلا أنها لم تأخذ اقتصاديات الموارد الناضبة وضعها كفرع من فروع النظرية الاقتصادية إلا منذ ستينات القرن العشرين.

فلقد اهتم الاقتصاديون الكلاسيك خلال القرنين الثامن والتاسع عشر بالموارد الطبيعية (عنصر الأرض) كأحد عوامل الإنتاج، واعتبرت أحد محددات الإنتاج الاقتصادية، وبذلك وضعت دالة الإنتاج في شكلها التالي:

$$Y = f(D, K, L)$$

حيث: ترمز Y إلى الإنتاج، وترمز D إلى الأرض، وترمز K إلى رأس المال، وترمز L إلى العمل.

تظهر دراسة تطور الفكر الاقتصادي، أن الاقتصاديين الأوائل أو الكلاسيك كانو أول من تناول مشكلة نفاذ الموارد بطريقة معمقة. استنتج هؤلاء الاقتصاديين أن ندرة الموارد الطبيعية يمكن أن تؤدي في النهاية إلى ما يسمى بظاهرة تناقص الإنتاجية، وهي الظاهرة التي توضح حالة الإنتاج الإضافي لأحد عوامل الإنتاج عند استخدام وحدة إضافية منه مع كمية ثابتة من المدخلات الإنتاجية الأخرى، مع بقاء الأشياء الأخرى على حالها. ويتعرض الإنتاج

الإضافي للعامل المتغير في هذه الظروف إلى التناقص. ينعكس قانون تناقص الغلة أو الإنتاجية أيضا في صورة ارتفاع التكاليف الخاصة بانتاج وحدة إضافية (التكلفة الحدية). (رمضان نعمة الله و محمد محب زكي، 1995، ص ص. 45-46)

أكد **Adam Smith** في كتابه ثروة الأمم (1937) على أهمية التجارة كمنفذ للفائض حيث يؤثر هذا الفائض على اقتصاد الدولة فيتحسن العمل وإنتاجيته نتيجة فتح أسواق جديدة للتجارة الخارجية والتي تعني طلبا إضافيا لمنتجات الدولة وبهذه الطريقة ترتقي الصادرات باقتصاد الدول.

هذا وقد أوضح آدم سميث أن الدول التي ينشأ بينها تبادل تجاري (تجارة خارجية) بإمكانها الحصول على فوائد من هذه التجارة، تتمثل هذه الفوائد في عملية تو جيه فائض الإنتاج والعمل والأرض (الموارد الطبيعية) إلى أسواق خارجية تطلبها (في حاجة لها) واستخدام عائد هذه العناصر في الحصول على أشياء تكون ذات فائدة بالنسبة لهم مما يعني زيادة رفاهيتهم، وهذا يستوجب فتح أسواق شاملة تستقطب عناصر الإنتاج الفائضة وهذا بدوره ير فع من مستوى تحسين الطاقة الإنتاجية وزيادة الإنتاج وبالتالي يعمل على زيادة العائدات والثروات العائدة على المجتمع، كما أوضح أنه بإمكان أي دولة الاستفادة من مميزات التجارة الخارجية (صادرات وواردات) إذا ما طبق مفهوم التجارة الخارجية في اقتصادها.

قدم في كتابه Robert Malthus (1789) عن السكان الأسباب الفعلية لمشكلة ندرة الموارد، وكان مالتيس أكثر تشاؤما بحيث قارن بين نمو السكان في إطار متوالية هندسية ونمو الأرض في إطار متوالية حسابية بحيث ينتهي الأمر إلى كارثة محققة. يرى مالتيس أن ندرة الموارد وتقلص معدل نموها في ظل تزايد عدد السكان المستمر هي السبب وراء تناقص الغلة، وما يترتب عليه من نمو السكان في النهاية بمعدل يسبق نمو انتاج الغذاء.

يقرر David Ricardo، كذلك، في نظريته عن الريع التفاضلي، بأن مستوى الريع يتحدد بحالة الطلب على المنتجات الزراعية، وذلك لأن حجم الطلب على المنتجات الزراعية هو الذي يحدد أسعار السلع الزراعية، على أساس أن عرض الأرض ثابت، وبالتالي فإن إنتاجها من السلع الزراعية محدود. فإذا زاد الطلب على السلع الزراعية فإن هذا سوف يؤدي إلى ظهور فائض يحصل عليه ملاك الأراضي.

يتفق ريكاردو مع مالتيس في أهمية انطباق قانون تناقص الغلة، فقد اعتمدت نظريته عن فكرة الندرة ومحدودية انتاج السلع الزراعية. بالمقابل، لم يهتم ريكاردو بالمساحة الكلية لمورد الأرض كما فعل مالتيس، وانما ميز بين فئات أو نوعيات مختلفة من الأرض حسب درجة جودتها أو أفضليتها، فالأرض الأكثر جودة تحصل على ريع أكبر بسبب أنها أشد ندرة. عندما يزيد عدد السكان تستخدم الأرض من الدرجة الأولى أو المرتبة الأولى، وعندما تستغل هذه الأراضي بالكامل تدخل الأراضي من الدرجة الثانية في الإنتاج، وهكذا. ومن المتوقع أن تتزايد التكلفة الحدية مع زيادة الإنتاج كلما انتقلنا من قطعة أرض أكثر جودة إلى أخرى أقل جودة.

كانت الاكتشافات الجديدة والثورة الصناعية قد بدأت تأتي ثمارها، مما أدى إلى ارتفاع الإنتاجية والاقتصاد في استعمال الموارد الطبيعية، وإحلال البدائل الصناعية محلها مع تطبيق تكنولوجيا جديدة، ولقد أدت هذه الظروف إلى عدم انسياق الاقتصاديين وراء القلق بخصوص الموارد الطبيعية بل ركز النيوكلاسيك ومنهم جون ستيوارت ميل على أهمية التطور التكنولوجي كعامل حاسم للتخفيف من الندرة النسبية للموارد، فقللوا بذلك من أهمية دور الأرض في العملية الإنتاجية، ووضعوا دالة الإنتاج في الصيغة التالية:

$$Y = f(K, L)$$

بحيث أدمجوا الموارد الطبيعية ضمن عامل رأس المال، لإبراز أهمية دور الاستثمار في تطوير تلك الموارد، ودور التطور التكنولوجي في تغيير وضعها مما يفقدها الكثير من صفاتها الخاصة التي كانت تحتم فصلها عن عوامل الإنتاج الأخرى. (بكري، مبارك ومندور، 1988، ص ص. 88-91)

يوجد اتجاه معاصر يعتبر الإنتاج دالة في رأس المال فقط، وذلك لتغليب أهمية الاستثمار وإبراز دوره في تطوير كل من عاملي الأرض والعمل، بحيث يفقدان خصائصهما التقليدية ويصبحان نوعا من رأس المال.

أشار جراي Gray (1913) و هوتلينج Hotelling (1931) إلى عدم كفاية احتياطات الثروات المعدنية لمواجهة الطلب عليها في المستقبل، وذلك في الوقت الذي كان فيه الكساد العالمي المهيمن يبعد تلك القضايا عن اهتمامات الاقتصاديين، ويجعلهم يلتفتون لدراسة قضايا أكثر إلحاحا.

من ناحية أخرى، اتجه العديد من الاقتصاديين إلى تطوير الجوانب النظرية لاقتصاديات الموارد الناضبة، وجمع أدوات تحليلية ملائمة لها من سائر جوانب النظرية الاقتصادية، بحيث تم وضع نماذج توزيع زمني في ظل سعر فائدة لتحقيق توزيع زمني أمثل للمورد الناضب، مع الأخذ بعين الاعتبار معدل التفضيل الزمني وسعر الفائدة، كما وضعت نماذج ديناميكية كلية للنمو تراعي خاصية النضوب التي تتسم بها الموارد، وتم في هذا الإطار التفرقة بين المورد الناضب الضروري أي الذي سيشكل نفاذه قيدا مؤثرا على استمرار النمو، والموارد الناضبة غير الضرورية والذي لن يتسبب نفاذه في مشاكل كبيرة كما تم استخدام البرمجة الخطية وأسلوب تحليل التكلفة والمنفعة. (رمضان نعمة الله و محمد محب زكي، 1995، ص. 48)

خامسا: تخصيص الموارد الناضبة

نعلم أن المجتمع يملك كمية ثابتة من المورد الناضب، ومنه فإن القضية الأساسية التي يجب بحثها هي كيفية توزيع إنتاج هذه الكمية على الفترات الزمنية المختلفة بحيث تتحقق أقصى رفاهية اقتصادية ممكنة، وعليه ليس من العدل أن يستهلك جيل واحد كميات ضخمة من الموارد الناضبة ليطغى بذلك على حقوق الأجيال الأخرى التالية له.

غير أن تطبيق مبادئ العدالة العمياء بتقسيم الموارد بشكل متساوي بين الأجيال سوف يخل بمبادئ الرفاهية

الاقتصادية، وذلك بسبب تجاهل وجود معدل التفضيل الزمني واحتمال اختلال المنفعة الحدية للاستهلاك بين الأجيال المختلفة، كما أن ذلك يهمل الجوانب الاستثمارية للموارد الناضبة.

في الواقع، يمكن استخدام عوائد استغلال الموارد الناضبة في أوجه استثمارية وتنموية تفيد الأجيال القادمة، بشكل قد يفوق الفائدة التي تعود عليها من ترك تلك الموارد لها في باطن الأرض.

في ظل النظرية الاقتصادية وفي إطار الجوانب الزمنية لاقتصاديات الرفاهية وضع Hotelling نموذجا رائدا يتم من خلاله التوزيع الزمني الكفء لاستغلال الموارد الناضبة. ولقد تم اختيار هذا النموذج كإطار للدراسة لكونه اللبنة الأساسية في اقتصاديات الموارد الناضبة، كما يرتكز على قضية جوهرية، ألا وهي التوزيع الزمني الأمثل دون التعمق في تفاصيل فرعية، أي أن تخصيص المورد الناضب لا ينصب على التخصيص الحالي بين الاستخدامات المختلفة فحسب. وإنما بين الأزمنة المختلفة أيضا، مما يستدعي تحديد الوسيلة المثلى لتوزيع إنتاج الرصيد الثابت من المورد الناضب بين الأزمنة المختلفة حتى يتم الوصول إلى وضع أمثل.
يعد هوتلينج Hotelling رائد اقتصاديات الموارد الناضبة، وخلاصة ما توصل إليه في مقالته، الشهيرة " اقتصاديات الموارد الناضبة "، هو أنه يوجد لأي كمية محددة من المورد الناضب جدول زمني أمثل للاستخراج، وهو ذلك الجدول الذي يضمن ارتفاعا منظما لسعر المورد بمعدل سنوي يعادل سعر الفائدة، وهذا المعدل سوف يتحقق تلقائيا بفعل قوى السوق.

ويفترض هذا النموذج في شكله المبسط الافتراضات التالية:

- أن الرصيد المبدئي من المورد الناضب ثابت لا يتغير.
- يوجد سعر واحد وثابت للفائدة.
- توفير معلومات كافية للتنبؤ بأسعار المورد الناضب في المستقبل بشكل موضوعي.
- سيادة المنافسة الكاملة.

أما المعطيات التي يحتاجها النموذج، فهي: السعر المبدئي للمورد الناضب؛ سعر الفائدة السائد؛ ودالة الطلب على المورد الناضب.

وبذلك تكون نتائج هذا النموذج هي تحديد أسعار المورد الناضب في المستقبل، وكذا تحديد الكميات المستقبلية من المورد في الفترات المختلفة، كما يساعد النموذج على دراسة سلوك المنتج والسوق بصفة عامة في حالة الموارد الناضبة والكيفية التي يمكن أن يتحقق بها أفضل وضع ممكن لصاحب المورد والمجتمع.

فإذا فرضنا أن الكمية الإجمالية للمورد الناضب هي الاحتياطات S_0، وهي غير قابلة للزيادة، ومعروفة معرفة تامة. ونرمز للزمن بالرمز T، والكمية المستخرجة من المورد في الزمن T بالرمز Q_T، فلابد أن يكون دائما:

$$\sum_{0}^{T} Q_T \leq S_0$$

وتعني العلاقة السابقة أن مجموع الكميات المستخرجة من المورد الناضب في الفترة من نقطة البداية $T = 0$ حتى الزمن T لابد وأن تكون أصغر أو تساوي الرصيد المبدئي S_0، وعند الوصول إلى استغلال رصيد المورد الناضب بالكامل، وليكن ذلك عند الزمن T فإن $\sum_0^T Q_T = S_0$ أي سيكون مجموع الكميات المستخرجة فيما بين الزمن $T = 0$ وزمن انتهاء الرصيد مساويا للرصيد.

فيكون جدول الإنتاج الأمثل من وجهة نظر هوتلينج هو ذلك الذي يحقق المعادلة التالية:

$$P_T = P_0 e^{RT}$$

وتسمى المعادلة السابقة قاعدة هوتلينج بحيث: يمثل P_T سعر المورد الناضب في الزمن T؛ ويمثل P_0 سعر المورد الناضب في الزمن الابتدائي ؛ ويمثل e أساس اللوغاريتم الطبيعي؛ ويمثل R سعر الفائدة؛ ويمثل T الزمن.

وقد سبقت الإشارة إلى أن هذه القاعدة سوف تتحقق تلقائيا في سوق المنافسة الكاملة، وسيؤدي ذلك إلى تعظيم الرفاهية الاقتصادية والاجتماعية. (زواوية، 2017، ص ص. 147-150)

- **تحقق قاعدة هوتلينج في ظل المنافسة الكاملة**

رغم أن حالة المنافسة الكاملة لا تكاد أن توجد في الأسواق الواقعية، إلا أن الدراسات الاقتصادية اعتادت أن تأخذ بها لدراسة العوامل التي تحكم سلوك السوق، ولأخذها كنقطة بداية يتم الارتكاز عليها ضمن حالات الأسواق الأخرى الأقرب إلى الواقع.

إن المنتج للمورد الناضب _ وهو يضع جدولا زمنيا لإنتاجه_ يعلم جيدا أنه لا يستطيع استخراج المورد أكثر من الرصيد S_0، وأقصى ما يطمح إليه هو أن يكون قد استغل الرصيد المبدئي كله مع حلول زمن الاستغلال T المخطط له، وهو يضع جدول الاستخراج بحيث يحصل على أقصى عائد ممكن من بيع S_0 خلال الفترة من الزمن صفر إلى الزمن T، على كميات سنوية Q_T بأسعار P_T وبتكلفة استخراج سنوية للمورد الناضب ضئيلة بحيث يمكن إهمالها دون التأثير على جوهر التحليل، مع سعر فائدة R.

يحاول المنتج، في الواقع، تعظيم القيمة الحالية مقابل إيراده الصافي، وهو يسعى لتحقيق مصلحته الخاصة سوف يضع قاعدة هوتلينج نصب عينيه. فإذا كان السعر السائد للمورد الناضب P_0 أقل من القيمة الحالية لسعره في الزمن T (أي P_0 أقل من $P_T e^{-RT}$) فإن المنتج يحجم عن إنتاجه حاليا ويؤجله للزمن T ، وبالتالي سيقل العرض الحالي من المورد، وسيزيد العرض المتوقع في الزمن T.

ومع بقاء العوامل الأخرى ثابتة، فسوف ينخفض سعر المورد في الحاضر ويزيد السعر المتوقع في المستقبل،

وستستمر عملية إعادة التوزيع الزمني للإنتاج حتى تتحقق المعادلة $P_0 = P_T e^{-RT}$ مرة أخرى.

أما إذا حدث العكس بحيث أصبح السعر الحالي للمورد P_0 أكبر من القيمة الحالية لسعره المتوقع في الزمن المستقبل T، أي أصبح P_0 أكبر من $P_T e^{-RT}$ فإن المنتج سيزيد من إنتاجه الحالي للاستفادة من السعر الحالي الأكبر من القيمة الحالية للسعر المتوقع في الزمن T، وسيؤدي ذلك إلى زيادة عرض المورد في الفترة الحالية وانخفاض عرضه المتوقع في الزمن T، ومع بقاء العوامل الأخرى ثابتة سينخفض سعر المورد في الحاضر ويزيد السعر المتوقع في المستقبل، وستستمر عملية إعادة التوزيع الزمني للإنتاج حتى تتحقق المعادلة $P_0 = P_T e^{-RT}$ مرة أخرى.

وهكذا سوف يتحرك أصحاب المورد _ كل على حدى_ بدافع المصلحة الشخصية في إطار المنافسة الكاملة بحيث تتحقق قاعدة هوتلينج تلقائيا وبفعل قوى السوق. ويلاحظ أنه سيصاحب الارتفاع المنتظم في الأسعار، انخفاض متتال في حجم الإنتاج، وبما أن منحنى الطلب ذو ميل سالب، فإن الارتفاع المنتظم للسعر لن يتحقق إلا بانخفاض منتظم للإنتاج، وسيحدث ذلك تلقائيا نتيجة سعي كل منتج بشكل منفرد لتحقيق منفعته الخاصة كما سبق، ويمكن في هذه الحالة التوصل إلى الجدول الزمني للإنتاج بمجرد التعرف على شكل منحنى الطلب على المورد بصورة دقيقة. (زواوية، 2017، ص ص. 150-151)

سادسا: الموارد الطبيعية وإشكالية النمو الاقتصادي

أثارت مساهمة الموارد الطبيعية في النمو والتنمية المستدامة، وبخاصة فيما يتعلق بالتجارة القائمة على السلع الأساسية، نقاشا متكررا في نظريات التنمية. وباتت هذه القضية تشكل أولوية للبلدان المتمتعة بالموارد الطبيعية في سياق الانتعاش الذي شهدته السلع الأساسية حديثا، وهو الانتعاش الذي مس جميع فئات السلع الأساسية بدرجات متفاوتة. ويرجع ذلك إلى معدلات النمو غير المسبوقة التي سجلتها معظم البلدان، والتي من المتوقع استمرارها في الأجلين المتوسط والطويل.

يحتدم النقاش في ضوء تجارب بلدان مثل المملكة المتحدة التي يعتقد أن الموارد الطبيعية قد ساهمت مساهمة إيجابية في تنميتها الاقتصادية في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، أثناء الثورة الصناعية الأولى. وقد عززت الموارد الطبيعية في واقع الأمر المراحل الأولى لتنمية بلدان متقدمة مثل الولايات المتحدة وكندا وهولندا. وتشكل أستراليا وبعض البلدان النامية ذات الدخل المتوسط، مثل ماليزيا والبرازيل والأرجنتين والمكسيك، جميعها نماذج حديثة للتنمية القائمة على السلع الأساسية.

فيما يخص البلدان النامية، خلصت الدراسات الميدانية للصلة بين الموارد الطبيعية والتنمية الاقتصادية إلى نتائج سلبية، بمعنى أن الموارد الطبيعية لا تساهم مساهمة حقيقية في النمو والتنمية الاقتصاديين. إضافة إلى ذلك، اقترنت

الموارد الطبيعية في بعض الأحيان بالمرض الهولندي، أي بسلسلة من الاختلالات المؤدية إلى التضخم وإلى ارتفاع في سعر الصرف الحقيقي. وأفضى ذلك إلى استنتاجات بأن اكتشافات الموارد الطبيعية هي نقمة للبلد، واستنتاج مفارقة الوفرة. (Sachs & Warner, 1995, 2001; Gylfason, 2001; Bruckner, 2010).

الملاحظ أن قطاع الموارد الطبيعية يكون عادة قطاعا معزولا يعاني ضعف الروابط مع القطاعات الأخرى. ولهذا فمع انتعاش سوق السلع الأساسية، توصي العديد من التقارير الاقتصادية والخبراء الاقتصاديين باستخدام الإيرادات غير المتوقعة لتوسيع وتعميق الروابط الأفقية والرأسية مع قطاعات الاقتصاد الأخرى. يعتبر ضعف الروابط بين قطاع الموارد الطبيعية وسائر قطاعات الاقتصاد المحلي بصورة عامة السبب الرئيسي بعدم توليد فرص عمل كافية. كما تعتبر ملكية الشركات القائمة باستغلال الموارد الطبيعية واستراتيجياتها محددات بالغة الأهمية أيضا في توليد فرص العمل. فعلى سبيل المثال، قررت شيلي جذب المستثمرين الأجانب مع الاحتفاظ بملكية شركة التعدين الوطنية كودلكو. ويؤكد Bova (2009) أن هذا الأمر كان حاسم الأهمية في إيرادات التصدير بإتاحته مصادر متنوعة (وطنية وأجنبية) للإيرادات في الشيلي.

إن الموارد الطبيعية عناصر لا غنى عنها في حياتنا العصرية وتساهم السلع الأساسية بصورة عامة مساهمة كبيرة في الاقتصاد العالمي (Weitzman, 1999 ; Mideksa, 2013). ويتوقع فايتسمان (1999) أن يؤدي نفاذ 14 سلعة أساسية إلى خسارة تعادل 1% من الاستهلاك المتوسط سنويا، أي انخفاض بنسبة 1% في الناتج المحلي الإجمالي على مستوى العالم. أما على المستوى القطري وحسب أعمال فيشر ميدكسا (Mideksa, 2013)، فإن النرويج منذ سبعينات القرن الماضي، ترجع فيها نسبة تناهز 20% من الزيادة السنوية في متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي إلى الموارد البترولية مثل النفط والغاز الطبيعي وسوائل الغاز الطبيعي ومكثفات الغاز الطبيعي. غير أن استخراج هذه الموارد واستغلالها يقترنان على نحو متزايد بالتلوث، ويتوقع نفاذ الاحتياطات الحالية لبعض السلع الأساسية على الأقل مثل النفط الخام، فعلى سبيل المثال، تشير منظمة البلدان المصدرة للنفط إلى أنه إذا ما استمر استخراج النفط الخام بمعدلات إنتاجه في العام 2011، ستنفذ الاحتياطات في غضون 109 أعوام تقريبا.

تناولت العديد من الأبحاث الاقتصادية أسباب إخفاقات الاقتصادات الوفيرة بالموارد الطبيعية في تحقيق تنمية اقتصادية رغم توفرها على ثروات طائلة من هذه الموارد. في هذا الإطار تعتبر أعمال Sachs & Warner (1995) من أهم الدراسات شمولا، والتي جاءت بعنوان " وفرة الموارد الطبيعية والنمو الاقتصادي ".

توصلت الدراسة إلى أن الاقتصادات التي تمثل فيها صادرات الموارد الطبيعية نسبة كبيرة من مجموع الصادرات المحلية بالنسبة للناتج الداخلي الخام للعام 1971 تتجه نحو تحقيق معدلات نمو اقتصادي منخفضة في الفترة

اللاحقة للفترة من 1971 إلى 1989. كشفت الدراسة أن الخصائص الحديثة للنمو الاقتصادي المثيرة للانتباه هي أن الدول التي تتميز بوفرة في الموارد تحقق معدلات نمو منخفضة مقارنة بتلك التي لا تمتلك موارد كبيرة.

وضع Sachs & Warner (1995) لأجل إثبات علاقة الارتباط السلبي نموذجا نظريا للنمو الاقتصادي الداخلي يتكون فيه الاقتصاد من ثلاثة قطاعات، قطاع مصدر للسلع يتم مبادلته خارجيا، قطاع السلع غير القابلة للتبادل التجاري وقطاع الموارد الطبيعية. تعتمد دالة الإنتاج في قطاع السلع غير المتاجر بها وقطاع سلع التبادل التجاري على عاملي الإنتاج العمل ورأس المال، بينما قطاع الموارد يفترض أنه لا يستخدم لا عمل ولا رأس مال، ويباع إنتاجه وتحدد أسعاره في الأسواق العالمية، كما يفترض Sachs & Warner أن قطاع السلع المتاجر بها (القطاع الصناعي) هو الذي ينتج المعرفة، ويستفيد قطاع السلع غير القابلة للتبادل التجاري من هذه العملية بسبب الانتشار التام للمعرفة Spill Over، والفرضية الأساسية في النموذج هي أن تراكم المعرفة لدى العمال هي مصدر النمو الاقتصادي، والتي يكون السبب فيها التعلم عن طريق العمل Learning by Doing الذي يحسن العمل ويزيد إنتاجيته.

يشمل التعلم عن طريق العمل ظاهرة زيادة الإنتاجية وخفض التكاليف من خلال تكرار العملية الإنتاجية، وترى مختلف الأبحاث الاقتصادية الحديثة أن القطاع الصناعي يولد أثرا خارجيا للتعلم عن طريق العمل تستطيع قطاعات الاقتصاد الأخرى الاستفادة منه؛ بالمقابل، ينتج قطاع الموارد الطبيعية أثرا خارجيا للتعلم عن طريق العمل خاص به فقط، لكن لا تستفيد منه القطاعات الأخرى.بالإضافة، يساهم القطاع الصناعي بقسط كبير في عملية التعلم.

استخلصت الدراسة نتيجتين رئيسيتين؛ تتمثل الأولى في أن الاقتصاديات الوفيرة الموارد تتميز بنمو اقتصادي بطيء؛ أما الثانية، فانتعاش قطاع الموارد يمكن أن يؤدي إلى مسار خاص ومختلف يسلكه نمو الناتج الداخلي الخام في هذه الدول مقارنة بالدول الفقيرة من حيث وفرتها على موارد طبيعية.

سابعا: نقمة الموارد الطبيعية و نظرية العلة الهولندية

إن دراسة العلاقة بين وفرة الموارد الطبيعية والنمو الاقتصادي ليس حديثا لكن مصطلح لعنة الموارد Resource Curse ظهر لأول مرة للوجود من قبل الباحث الاقتصادي Richard Auty في كتابه Sustained Development in Mineral Economies : The Resources Curse Thesis العام 1993. والذي وصف فيه فشل الدول الغنية بالموارد الطبيعية في استغلال ثرواتها لتحقيق النمو الاقتصادي، وبالتالي التنمية الاقتصادية المرجوة. تعرف لعنة الموارد على أنها ظاهرة تفشت في العديد من الدول الغنية بالموارد الطبيعية، حيث يكون مستوى النمو، التنمية الاقتصادية والأداء الحكومي أسوء فيها من الدول التي لا تملك مثل تلك الموارد، وبالتالي تكون هذه الموارد الطبيعية عائقا أكثر منه محفزا لتحقيق عملية النمو الاقتصادي، مثلما جاء في نظرية Stape of Theory of Growth التي ترى بأن وفرة النفط وغيره من الثروات الطبيعية تساعد

على جذب الاستثمار الأجنبي للقطاعات الاستخراجية، وبمجرد بدء الإنتاج فإن الأرباح المتحصل عليها من هذا القطاع يتم استثمارها في بناء البنية التحتية لقطاع الصناعة والتطور التكنولوجي، مما يتيح للدولة تصنيع الموارد الأولية قبل تصديرها، بدل تصديرها في شكلها الخام، وبالتالي تحقيق نمو اقتصادي يرتكز على هيكل اقتصادي متنوع.

توجد كذلك نظرية الدفعة القوية The Big Push التي تشير إلى أن الدول الفقيرة تبقى فقيرة بسبب انخفاض الدخل، ولتتمكن من تحقيق النمو الاقتصادي تحتاج إلى زيادة في الطلب، وبالتالي تشجيع الاستثمار في قطاع الصناعة، أي أن تلك الدول بحاجة إلى دفعة قوية من الاستثمارات لأجل الوصول إلى التنمية المنشودة. وتقدم الاكتشافات النفطية وغيرها من الموارد الطبيعية نموذجا للدفعة القوية التي تؤدي إلى تحقيق نمو ذاتي Pattern of Growth.

تعتبر الدول التي تعتمد في اقتصادها على الموارد الطبيعية المرتكزة جغرافيا تكون أكثر قابلية للتحول إلى نمط الاقتصاد الريعي، وبالتالي تكون أكثر عرضة للإصابة بلعنة الموارد أو معضلة الوفرة Paradox of Plenty.

1. تعريف نظرية المرض الاقتصادي الهولندي:

تهدف نماذج العلة الهولندية Dutch Disease لتحليل الآثار السلبية التي تنتج عن الزيادة الكبيرة في كميات وأسعار صادرات البلد من الموارد الطبيعية، وخاصة إذا كانت هذه الموارد تمثل نسبة عالية من الصادرات الإجمالية لاقتصاد البلد، وقد ظهرت هذه النماذج ابتداء من سنوات الستينات في أعقاب التجربة التي شهدتها هولندا خلال الفترة من 1959 إلى 1975. تجلت هذه التجربة في اكتشاف كميات كبيرة من النفط والغاز الطبيعي في المناطق التابعة لهولندا في بحر الشمال، في العام 1959، والتي ترتب عنها تراجع كبير في الاقتصاد الهولندي وانكماش في قطاع الصناعة التحويلية. تعتبر المجلة البريطانية The Economist أول من أطلق تسمية العلة الهولندية أو المرض الاقتصادي الهولندي على هذه الأعراض التي مست الاقتصاد الهولندي، وذلك في أحد أعدادها التي صدرت في العام 1977، الأمر الذي دفع العديد من الاقتصاديين إلى البحث في هذه الظاهرة الغريبة محاولة لفهم وتفسير التأثرات السلبية لتضاعف صادرات الموارد الطبيعية على قطاعات الاقتصاد الأخرى، وخاصة القطاع الصناعي. (حداب وثابتي، 2014، ص. 108)

2. فرضيات المرض الاقتصادي الهولندي:

ارتكز منظرو النظرية على جملة من الفرضيات لتفسير الآثار السلبية لزيادة صادرات الموارد على الاقتصاد، والتي تمثل دعائم هذه النظرية. مع الأخذ بالحسبان المذهب النيوكلاسيكي لمنظريها، فإنه ينتج ضرورة أن نظرية المرض الاقتصادي الهولندي تؤسس قاعدتها على فكرة المنافسة التامة والصافية للأسواق. هذا يقودنا إلى القول أن كل

عوامل الإنتاج المتوفرة، وبكميات محددة، هي مشغلة بصفة كلية وعقلانية تحت قيد طريقة الإنتاج أو تكنولوجية الإنتاج. تعتمد هذه التقنية على المزج بين عاملي إنتاج هما رأس المال والعمل اللذان يتصفان بعدم التنقل على المستوى الدولي. الأكثر من ذلك، يتصف رأس المال بأنه عاجز عن التحرك حتى بين القطاعات الاقتصادية داخل الاقتصاد المحلي؛ أما عنصر العمل فيفترض أنه ينتقل بحرية بين القطاعات الاقتصادية. كذلك، تفترض النظرية أن الاقتصاد مفتوح لحد متقدم أمام التبادل الدولي، وهو مع ذلك لا يؤثر على الطلب والعرض الدوليين نظير صغر حجمه.

تقسم النظرية الاقتصاد إلى ثلاث قطاعات أساسية: القطاع التقليدي Traditional or Lagging Sector الذي ينتج سلع موجهة للاستهلاك الداخلي، كما يمكنه التصدير للسوق الدولية، فهو يتصف بالتنافسية المطلوبة ومعرض بذلك للتنافسية الدولية؛ القطاع المنجمي Booming Sector المسؤول عن استغلال سطح وباطن الأرض في الاقتصاد، ويوجه إنتاجه إلى السوق العالمي، ويكون هذا القطاع إما متواجد مسبقا في الاقتصاد أو قطاع حديث الظهور في النسيج الاقتصادي بعد اكتشاف موارد طبيعية؛ يمكن إدماج القطاعين السابقين في قطاع واحد مسؤول عن إنتاج وتصدير بالسعر الدولي للسلع المسماة سلع تبادلية، فهو إذن قطاع تبادلي؛ يمثل القطاع الأخير القطاع غير التبادلي Non Tradable Sector، ويشمل كل النشاطات الإنتاجية غير المعرضة للتنافس الدولي، إما بسبب التكاليف المرتفعة، وإما بسبب التنظيمات والقرارات أو حتى تقاليد البلد، وحتى وان كان هذا القطاع غير خاضع للتنافس الدولي فهو في واقع الأمر يخضع لقانون التنافسية الداخلية، حيث يتبع السعر قانون العرض والطلب.

يواجه الاقتصاد، تبعا لفرضيات النظرية، فإن الاقتصاد يواجه وضعية اقتصادية دائمة وموجبة تسمح له بالاستفادة من تدفق قوي، غير متوقع ودائم للعملة الصعبة، التي يتم إنفاقها كليا بطريقة تضمن حفظ التوازن للميزان التجاري. ويندرج تحت هذه الفرضية فكرة استحالة تحويل الثروات في حالة نموذج ذو فترتين Inter-temporal model. وعليه، فإن كلا من الادخار والاستثمار يكون مبعد عن التحليل. الفرضية الأخيرة التي تبنى عليها النظرية هي أن الدخل غير المتوقع سيؤثر فقط على الجانب الحقيقي من الاقتصاد، أما الجانب النقدي فهو مبعد من كذلك. (دربال ودقيش، 2011، ص ص. 112-113)

3. النماذج المفسرة للعلة الهولندية:

1.3. نموذج Gregory (1976):

يعتبر Gregory من الاقتصاديين السباقين في تحليل آثار الانتعاش الكبير في تصدير الموارد الطبيعية على حساب القطاعات الأخرى وخاصة الصناعية منها، حيث تناول آنذاك حالة أستراليا في فترة انتعاش اقتصادها إثر اكتشاف قطاع المناجم. ركز Gregory على التغيرات الهيكلية التي طرأت على الاقتصاد الأسترالي بعد التطور

الكبير الذي شهده قطاع المناجم، حيث وضع نموذجا مبسطا وضح من خلاله تأثير الأسعار المحلية على عرض الصادرات والطلب على الواردات.

توصلت الدراسة إلى أن اكتشافات الموارد الطبيعية في أي دولة تؤدي إلى نمو في عرض الصادرات، وبالتالي وجود فائض في ميزان المدفوعات، وينجم عن هذا الفائض إما ارتفاع في سعر الصرف الحقيقي للعملة المحلية نتيجة زيادة أسعار سلع خارج التبادل التجاري بالنسبة لأسعار سلع التبادل التجاري، أو ارتفاع في معدل التضخم المحلي.

بني النموذج على أساس الفرضيات الأساسية التالية:

- ثبات محددات التبادل التجاري الدولي؛
- وحدات الصادرات والواردات تم اختيارها على أساس أن كل وحدة صادرات تبادل بوحدة واردات؛
- يلغي النموذج حركة رؤوس الأموال، ويتمحور تحليله فقط على ميزان التجاري؛
- تحدد الأسعار النسبية للواردات في الأسواق العالمية دون أن يكون للاقتصاد الأسترالي تأثير عليها؛ وبالمقابل، يتحدد سعر السلع خارج التبادل التجاري الدولي في السوق المحلي بتقابل كل من الطلب والعرض المحلي.

حاول Gregory توضيح الصعوبات التي يمكن أن يواجهها قطاع المنتجات الصناعية في اقتصاد وفرة الموارد الطبيعية، وبين أن انتعاش قطاع الموارد المنجمية يترتب عليه تراجع في نشاط الصناعات التي تنتج سلعا لإحلال الواردات والصناعات المصدرة التي كانت موجودة من قبل في الاقتصاد (قبل اكتشاف الموارد المنجمية) وزيادة في حجم الواردات من خلال حركة سعر الصرف الحقيقي. يمكن أن تدفع هذه التغيرات الهيكلية التي تحدث في الاقتصاد في المدى القصير الحكومات للتدخل سواء من خلال سياسة تخفيض العملة المحلية أو الرغبة في تقديم إعانات خاصة لقطاع سلع التبادل التجاري.

فيما يخص الإعانات، يرى Gregory أنه لن يكون لها أثر دائم ولا يمكنها أن تحمي قطاع سلع التبادل التجاري، بل على العكس، فإنها سوف تزيد من حجم الفائض في الميزان التجاري، وبالتالي تدفع أكثر سعر الصرف نحو الارتفاع من جديد؛ أما سياسة تخفيض العملة، فإنها غير مرغوب فيها، لأن هذه السياسة من شأنها أن تقلل من حجم الأرباح التي تأتي من تصدير الموارد المنجمية بالنسبة للاقتصاد المحلي. في الأخير، لا توجد وسيلة لتجنب التراجع النسبي لقطاع السلع القابلة للتبادل التجاري باستثناء الاستثمار الخارجي للمداخيل المتأتية من تصدير الموارد الطبيعية، وأن الحماية الكاملة للاقتصاد تتطلب استثمار كل المداخيل في الخارج مما يمنع الاقتصاد المحلي من الاستفادة من انتعاش قطاع الموارد المنجمية. (Gregory, 1976)

2.3. نموذج Corden & Neary (1982):

قدمت أعمال Corden & Neary (1982) تحليل بسيط لأثر اكتشاف مورد طبيعي على الاقتصاد المستفيد، معتبرين أنه يمثل حالة أزمة خارجية متوقعة على الاقتصاد الكلي. ففي دراستهما، التي جاءت بعنوان القطاع المنتعش وانحلال التصنيع في اقتصاد صغير ومنفتح، استخلصا أثرين أساسيين في المدى القصير: أثر الإنفاق Spending Effect وأثر انتقال عوامل الإنتاج Resource Movement Effect.

يلخص الرسم البياني أدناه أثر العلة الهولندية، حيث يحتاج الإنتاج إلى عاملين، أي أنه حصيلة لهذين العاملين ونسبة استخدام كل عامل، حيث تأخذ دالة الإنتاج العلاقة التالية:

$$Q_i = \delta L(L_i) + (1-\delta)K(K_i) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

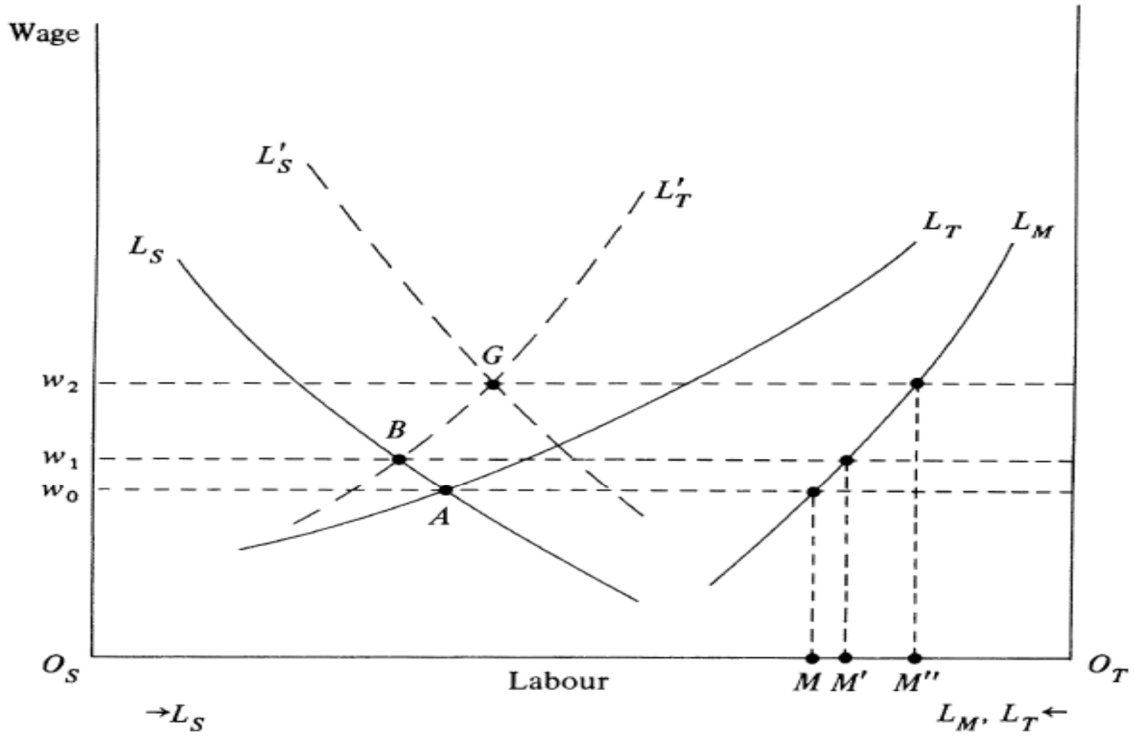
حيث أن سعر الإنتاج لابد أن يضمن تغطية تكاليف الإنتاج على الأقل، أي:

$$p_i = \delta L(w_i) + (1-\delta)K(r_i) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

حيث تمثل δ و $(1-\delta)$ نسبة العامل المستخدم، يمثل L و K عاملي الإنتاج. تمثل Q الكمية المنتجة، تمثل كل من w و r سعر عوامل الإنتاج المستخدمة. تمثل i قطاع معين (غير تبادلي، تبادلي، أو منتعش). عليه، كل تغير في سعر عوامل الإنتاج سيغير معه سعر عوامل الإنتاج. يفترض كذلك أن يكون الأجر موحد بين القطاعات $(w_i = w)$، والإنتاجية الحدية للعمل يجب أن تتساوى والأجر الحقيقي $(MPL_i = w)$.
إن المقارنة التي تعطيها العلاقة (1) مهمة حيث أنها تبين العلاقة الثنائية بين الكمية المنتجة وكمية عناصر الإنتاج المتوفرة.

فيما يخص المدى القصير، ومع إمكانية إنتقال عنصر إنتاج واحد، يمكن أن يمثل الإنتاج على المحور الأفقي، ويمثل الأجر النسبي على المحور العمودي (المعبر عنه بالسلع التبادلية). تبين المنحنيات الثلاث الطلب على عنصر العمل لكل قطاع، حيث تمثل المسافة بين النقطتين O_S و A الكمية المشغلة في القطاع غير التبادلي؛ أما الكمية المطلوبة من القطاع التبادلي فيعبر عنها بالمسافة بين النقطتين A و M؛ الكمية المتبقية يستفيد منها القطاع الصناعي، وتمثل بالمسافة بين النقطتين M و O_T. في القطاعات الثلاث يكون الأجر النسبي w_0 موحدا.

الشكل رقم 1: أثار صدمة إيجابية على سوق العمل



إن حدوث صدمة خارجية موجبة على السعر (يمكن النظر إلى المعادلة (1) حيث يمثل i القطاع المنتعش)، سيقلل من كلفة اليد العاملة في القطاع، الشيء الذي سيعطي فرص للربح. إذ ينتقل منحنى القطاع التبادلي L_T مؤثرا بذلك على الأجر التوازني الذي يرتفع إلى w_1، ويتقاطع المنحنيين L_S و L'_T في نقطة توازن جديدة هي النقطة B. عند هذه النقطة يتم إعادة توزيع عنصر العمل بين القطاعات: فيرتفع في القطاع التبادلي وينخفض في القطاع غير التبادلي. يولد انخفاض اليد العاملة في القطاع غير التبادلي فائض طلب على هذه السلع؛ من جهة أخرى، نعلم أن أثر الدخل يغذي سعر السلع غير التبادلية، مما يجعل منه قطاعا مربحا (يمكن النظر إلى المعادلة (2) حيث يمثل i القطاع غير التبادلي). يؤدي هذا إلى زيادة طلب اليد العاملة لصالح القطاع، دافعا بمنحنى السلع غير التبادلية إلى التنقل نحو اليمين إلى L'_S مما يعدل معه الأجر التوازني إلى مستويات أعلى، أي w_2. ينتج عن هذه الهيكلة الجديدة تعديل في نقطة التوازن، فتنتقل من النقطة B إلى النقطة G، وعند هذا المستوى الجديد ينخفض الطلب على عنصر العمل في الطقاع الصناعي والتبال ككل. كخلاصة لذلك، يتعرض القطا ع الصناعي لانتقال مزدوج لعنصر العمل، أو لأثرين: أثر انتقال عنصر العمل (المسافة بين M و M') وأثر الإنفاق (المسافة بين M' و M'').

عليه، يتضح أن حدوث أزمة خارجية موجبة يكون له أثرين بارزين هما: (بوش وخندق، 2017، ص. 286)

- **أثر حركة الموارد (انتقال عناصر الإنتاج)**: وهو متناسب مع تحويل وانتقال العوامل إلى القطاع المنتعش، والقطاع غير التبادلي، حيث يجذب القطاع المزدهر (Booming Sector) عنصر العمل ويحدث أثرا على حركة الموارد، حيث يوجد في العادة تصاعد للطلب على العمل في قطاع الطاقة أو المناجم وقطاع السلع غير التجارية. بالمقابل تتناقص اليد العاملة في قطاع إنتاج السلع التجارية أو القطاع التبادلي، مما يؤدي إلى ضعف الإنتاج في هذا القطاع وحدوث تفكك صناعي.

- **أثر الإنفاق**: يستمد هذا الأثر من استعمال العوائد بعد الانتعاش في قطاع المناجم أو الفائض في ميزان المدفوعات، وينفق هذا العائد إذا كانت سلع القطاع غير التبادلي ليست سلع دنيا، وهذا ما يفسر ارتفاع الطلب على هذه السلع قبل وضعية تمحور الطلب على العرض وانخفاض سعر الصرف الحقيقي، الذي يؤدي إلى تطور إنتاج السلع غير التبادلية، وانكماش إنتاج السلع التجارية خارج قطاع المناجم أو الطاقة، مما يؤدي إلى ضعف الميزان التجاري.

الفصل الثاني: مفاهيم اقتصاد الطاقة

تمهيد

يحتاج الإنسان إلى الطاقة في كل الأوقات، فهو يستخدمها بشكل مستمر في جميع نواحي حياته، فقد حصل الإنسان في العصور الأولى على الطاقة الحرارية من الشمس، ثم حرق أغصان الأشجار للحصول على الضوء وكذلك الدفء وطهي الطعام، وبمرور الزمن احتاج الإنسان بشكل أكبر إلى الطاقة فاستخدم طاقة الرياح في دفع السفن ثم في طواحين الهواء كما استفاد من الفرق من منسوب المياه في أجزاء بعض الأنهار في إدارة بعض السواقي وبعض الآلات وقد عرف الإنسان الفحم منذ أن اكتشف النار واستعمله بعد ذلك كمصدر من مصادر الطاقة.

وفي نهاية القرن السابع عشر ومع ظهور الثورة الصناعية في أوروبا تم التوسع في المجال الصناعي وتم إختراع المحرك البخاري مما أدى إلى إرتفاع إستهلاك الفحم النباتي والخشب كوقود، ثم بدأ بعد ذلك في إستخدام ضغط البخار في تشغيل الآلات .

وفي النصف الثاني من القرن التاسع عشر بدأت الولايات المتحدة بإستخدام البترول، وتلاه الغاز الطبيعي وحل مكانه الفحم الحجري في كثير من الصناعات، و أصبح البترول هو أهم مصدر من مصادر إنتاج الطاقة هذه الأيام.

ومع إزدياد عدد السكان في العالم وإستخدام التكنولوجيا فقد إزدادت الحاجة إلى الطاقة بشكل متزايد، وقد أدى ذلك الى زيادة الطلب بشكل كبير مما شكل ضغطا هائلا على هذه المصادر غير المتجددة .

وهنا توجهت كل الإهتمامات في عصرنا الحديث الى الطاقات المتجددة التي لا تنضب من شمس ورياح ومحيطات وبحار ومد وجزر ونباتات حرارية ومساقط المياه وهيدروجين وحرارة باطن الأرض وأعماق المحيطات.

أولا: مفهوم الطاقة

1. تعريف الطاقة

تعتبر الطاقة أحد المقومات الرئيسية للمجتمعات المتحضرة، وتحتاج إليها كافة قطاعات المجتمع، إذ يتم استخدامها في تشغيل المصانع، بالإضافة إلى الحاجة الماسة إليها في تسيير وتحريك وسائل النقل المختلفة وتشغيل الأدوات المنزلية وغير ذلك من الأغراض... (كسيرة و مستوي، 2015، ص. 148)

تعرف الطاقة من الناحية اللغوية على أنها ترجمة حرفية لكلمة Energy أو Energie أو Energia باللغات الأوروبية الحديثة، وهي مشتقة من الكلمة اليونانية القديمة Energos أو Energia المركبة من مقطعين: En وتعني في أو داخل؛ و Ergos وتعني نشاط. وبهذا فإن الكلمة تعني في داخله نشاط أو أن الشيء يحتوي على جهد أو شغل.

تعرف الطاقة Energy على أنها إمكانية القيام بأداء عمل ما والقيام به، ولها القدرة على إحداث تغيير معين أو

جذري في ناحية ما. تتعدد أشكال الطاقة، حيث أنها تصنف حسب طبيعتها إلى طاقة حركية، طاقة حرارية، طاقة كهربائية، طاقة كيميائية وطاقة نووية. يمكن تحويل جميع أنواع الطاقة إلى نوع آخر من الطاقة باستخدام أدوات وتقنيات منها البسيطة ومنها المعقدة، فمثلا يمكن تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية، أو تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية، وتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية. كما تعرف الطاقة على أنها إحدى خصائص المادة التي يمكن تحويلها إلى أشكال متعددة كالعمل، الإشعاع أو الحرارة. يتعدى هذا التعريف الشائع للطاقة بأنها القدرة على إنجاز عمل ما، إذ بدأ مفهوم الطاقة بالتوسع أثناء الثورة الصناعية أواخر القرن الثامن عشر، فقد لوحظ أن الحرارة والإشعاع هما شكلان مهمان للطاقة تماما كالعمل، ويتم الاستفادة من الحرارة بعدة أشكال كمصدر للتبريد صيفا، وللتدفئة شتاء، كما يمكن الشعور بالإشعاع كطاقة من حولنا. (Walker, 1996, p.8)

2. مفهوم اقتصاد الطاقة:

اقتصاد الطاقة Economy of Energy، في المفهوم الاقتصادي ، تعبير يقصد به إنتاج الطاقة واستثمارها واستهلاكها والعوائد الناجمة عنها، ويشمل ذلك جميع الوسائل والإجراءات التي تهدف إلى زيادة مردود استخدام الطاقة وخفض ضياعها إلى الحد الأدنى من دون التأثير في معدل النمو الاقتصادي، أي استهلاك أقل مقدار من الطاقة لإنتاج أكبر كمية من السلع أو الخدمات من دون المساس بمواصفاتها، واستغلال الطاقة الاستغلال الأفضل بأقل كلفة ممكنة. كذلك فإن اقتصاد الطاقة يهدف من جهة أخرى إلى استخلاص أكبر قدر ممكن من الطاقة من مصادرها الأولية مع الحفاظ على البيئة وتقليل الإضرار بها إلى الحد الأدنى.

ثانيا: أشكال الطاقة واستعمالاتها

1. أشكال الطاقة:

يمكن تصنيف الطاقة تبعا لمدى انتشار الاستخدامات التجارية للطاقة إلى: (جبار وماحي، 2015، ص ص. 3-4)

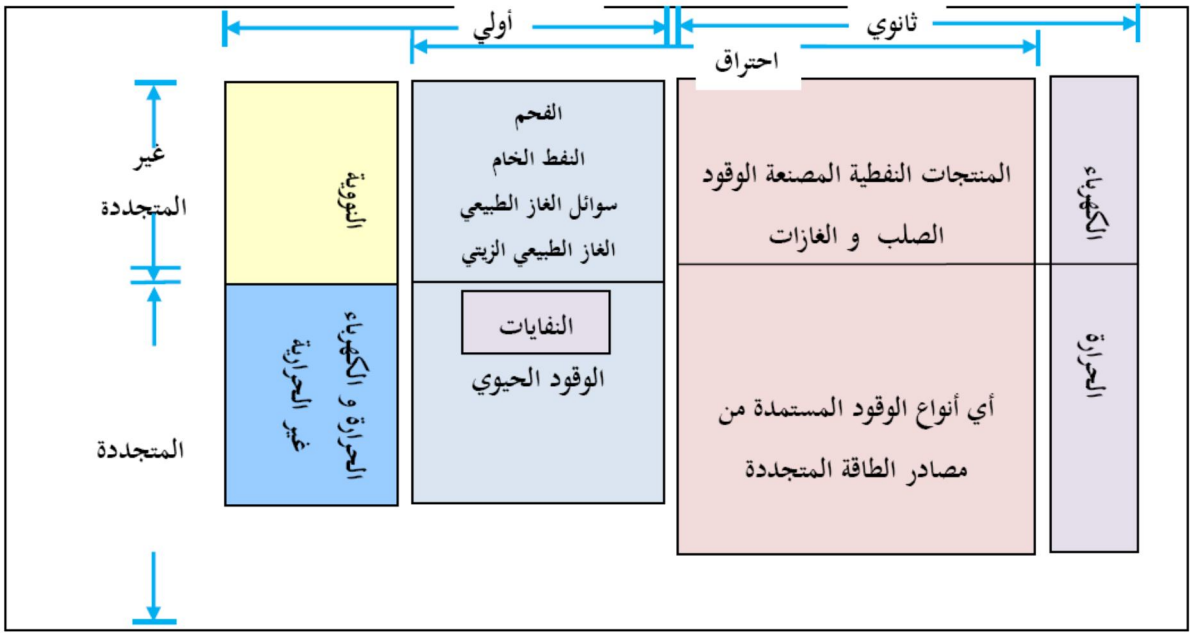
1.1. طاقة تقليدية: هي طاقة مستعملة منذ القدم مع العلم أن استخدامها يقل مع مرور الزمن بسبب التقدم التكنولوجي الحاصل في مختلف دول العالم.

2.1. طاقة تجارية: هي طاقة تتميز بانتشار استخدامها بشكل تجاري في العالم وذلك لاشباع احتياجات الدول المتقدمة صناعيا من الطاقة الأولية بالإضافة إلى احتياجات القطاعات الصناعية الحديثة في الدول النامية ومن أبرز أنواعها: النفط، الفحم والغاز الطبيعي.

3.1. طاقة مستقبلية: هي الطاقة التي يجري العمل على تطويرها للاستخدامات المستقبلية بعد ثبات جدواها الاقتصادية واستغلالها حاليا يتم في نطاق ضيق بالنظر لارتفاع تكلفة استغلالها مثل الطاقة النووية، الطاقة الشمسية، والطاقة الحيوية المستخرجة من النباتات.

تستخرج منتجات الطاقة أو يتم الحصول عليها مباشرة إما من المصادر الطبيعية (وتسمى أولية) مثل النفط الخام والفحم الصلب والغاز الطبيعي، أو يتم إنتاج الطاقة من المنتجات غير الأولية ويطلق على جميع منتجات الطاقة غير الأولية، ولكن التي يتم اشتقاقها من المنتجات الأولية، مصطلح المنتجات الثانوية. وتنتج الطاقة الثانوية من تحويل الطاقة الأولية أو الثانوية. ومن الأمثلة الدالة على ذلك توليد الكهرباء عن طريق حرق الوقود البترولي؛ ومن أمثلة تحويل الطاقة الأخرى الحصول على منتجات النفط (ثانوية) من النفط الخام (أولية) وفحم تشغيل المواقد (ثانوية) من فحم الكوك (أولية) والفحم النباتي (ثانوية) من أخشاب الوقود (أولية).... ويمكن إنتاج كل من الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية في صورة طاقة أولية أو طاقة ثانوية.

الشكل رقم 1: أشكال ومنتجات الطاقة



المصدر: (جبار وماحي، 2015، ص. 04)

يمكن أن توجد الطاقة على عدة أشكال أخرى، نذكر منها: (بن محاد، 2009، ص. 4)

- **الطاقة الميكانيكية:** هي الطاقة الحركية لسيارة التي تنتج عن احتراق البنزين في المحرك.
- **الطاقة الحرارية:** تنتج مثلا عن إحراق وقود طاقوي في مسخنة بخارية تحت الضغط. يمكن أن تحول هذه الطاقة إلى طاقة ميكانيكية أو طاقة كهربائية في دينامو أو مولدة.

- **الطاقة الإشعاعية:** تنقل عبر الأشعة الضوئية المنبعثة من الشمس.
- **الطاقة النووية:** تنتج عن انشطار أو اندماج الأنوية في المفاعلات النووية.
- **الطاقة الكهربائية:** شكل من أشكال الطاقة تنتج عن جسيمات مشحونة (الإلكترونات والأيونات). وهي مرنة قابلة لإعطاء الحرارة أو الضوء قوة جر.... ومن مساوئها الرئيسية الضياع في الطاقة أثناء التحويل والإنتاج والنقل.

2. استعمالات الطاقة:

أصبح استعمال الطاقة ضرورة حيوية في كل نواحي ومجالات الحياة، ويمكن تقسيم هذا الاستعمال إلى أربعة استخدامات رئيسية: (بن محاد، 2009، ص ص. 4-6)

1.2. الاستخدام المنزلي:

من أهم الطاقات المستعملة في المنازل نجد الكهرباء، الغاز الطبيعي، الفحم، الخشب، وأيضا البطاريات الكهربائية. تمثل هذه الأصناف أسس الطاقة في قطاع العائلات، والتي تصنف بدورها إلى الاستعمالات التالية:

- التدفئة: تمثل الأكثر استعمالا في المنازل، بحصة تقدر بنسبة 60% من هذه الاستعمالات.
- الإنارة والأدوات الكهرومنزلية، والأجهزة السمعية البصرية وأجهزة التبريد، بحصة تقدر بحوالي 20%.
- الماء الصحي الساخن، بحصة تقدر بحوالي 15%.
- المطبخ، بحصة تقدر بحوالي 5%.

يمثل الاستخدام المنزلي للطاقة حوالي 20% فقط من الطاقة المستهلكة في الدول المتطورة، وهي مختلفة كما ونوعا عنها في الدول النامية.

2.2. الاستخدام الفلاحي:

قبل قيام النهضة الصناعية، لم يكن الإنسان يملك إلا الطاقة المتجددة متمثلة في الطاقة الشمسية، عناصر الجو (الرياح، قوة المياه)، الكتلة الحيوية التي تتكثف وتصبح قابلة للاشتغال، وبطريقة غير مباشرة استعمال الجهد الحيواني والجهد البشري، ليتغير الحال بعد الثورة الصناعية، ونستطيع تقسيم استهلاك الطاقة في هذا المجال إلى قسمين هما: الاستخدام المباشر، مثل الوقود للآلات (الجرارات، مضخات المياه...) والكهرباء للإنارة والغاز والخشب من أجل التدفئة والطبخ؛ الاستخدام غير المباشر، مثل الطاقة الضرورية لصناعة الوسائل والمواد المستعملة في صناعة أغذية الأنعام والأسمدة....

3.2. الاستخدام الصناعي:

كان الإنسان، منذ قديم الزمان، يستعمل قواه العضلية لإنتاج الطاقة الميكانيكية، ومن أجل الحصول على الحرارة، والإضاءة، صنع الغذاء.... أصبحت تكنولوجيا تحويل الطاقة في العصر الحديث تلعب دورا مهما في الدول الصناعية، حيث عمم استعمال الكهرباء في كل الصناعات وفي قطاعات أخرى كالنقل، التغذية، التدفئة، الإنارة....قدرت حصة استهلاك القطاع الصناعي في الميزان الطاقوي للدول الصناعية في سنوات الخمسينات من القرن الماضي بأكثر من 50% و هو يختلف في الوقت الراهن من دولة إلى أخرى، حيث يتراوح بين 35% و 45%.

عرف توزيع استهلاك الطاقة في الدول الصناعية من حيث مصادر الطاقة ثلاث مراحل؛ عرفت المرحلة الأولى استخدام الفحم مقارنة مع مصادر الطاقة الأخرى، ودامت حتى منتصف ستينات القرن الماضي؛ عرفت المرحلة الثانية استخدام النفط حتى بداية الثمانينات ليليه استخدام الغاز الطبيعي إضافة إلى الكهرباء ذات الأصل النووي.

4.2. الاستخدام في قطاع النقل:

تطورت مبادلات السلع والبضائع بين الناس مع تطور الحضارة البشرية، حيث كان النقل البحري مفضلا لنقل البضائع الثقيلة، بعد استعمال الحيوانات طبعا، ثم يأتي النقل البري بعد اكتشاف الآلات البخارية، لندخل عهد الآلات الحديثة بداية القرن العشرين متمثلة في السيارات والنقل الجوي، واستعمال الوقود السائل.

ثالثا: وحدات قياس الطاقة وعوامل تحويلها

يتم قياس منتجات الطاقة بالوحدات الفيزيائية وفقا للكتلة والحجم ومحتوى الطاقة. إن وحدات القياس الخاصة بمنتج معين من منتجات الطاقة، والتي تستخدم عند نقطة قياس تدفقات الطاقة غالبا ما يشار إليها بالوحدات الأصلية أو الطبيعية. إذ يتم قياس الفحم، على سبيل المثال، وفقا للكتلة والنفط الخام وفقا للحجم. ويتم عرض جدولة أنواع الوقود المتعاقبة كموازين الطاقة في وحدة مشتركة للسماح بإجراء مقارنة بين منتجات الطاقة. وتكون هذه الوحدات المشتركة في العادة وحدات الطاقة وتتطلب التحويل من الوحدة الأصلية من خلال تطبيق عامل التحويل المناسب.

تم تحديد هذه الوحدات من خلال النظام الدولي للوحدات، الذي عرفه المؤتمر العام للأوزان والمقاييس (CGPM)، وهو حصيلة عمل بدأت في العام 1948 لبلورة توصيات حول وضع نظام عملي لوحدات القياس يكون ملائما للاعتماد من قبل كافة الأعضاء الموقعين على اتفاقية المتر في العامين 1954 و1971 اعتمد المؤتمر العام للأوزان والمقاييس كوحدات أساس وحدات الكميات السبع التالية: الطول، الحجم، الوقت،

التيار الكهربائي، الحرارة الثرموديناميكية كثافة الإضاءة وكمية المادة. في العام 1960، اعتمد المؤتمر تسمية النظام الدولي للوحدات مع مختصره الدو لي SI، لهذا النظام العملي لقياس الوحدات. (IRES، 2018، ص ص. 66-67)

1. الوحدات الأصلية:

الوحدات الأصلية هي وحدات القياس المطبقة عند نقطة قياس تدفق المنتج، والتي تتلائم بشكل أفضل مع حالته الفيزيائية (سائلة أو صلبة أو غازية)، والتي لا تتطلب سوى أبسط أدوات القياس. ومن الأمثلة التقليدية نذكر: وحدات قياس كتلة أنواع الوقود الصلبة (الكيلوغرام أو الطن المتري)؛ وحدات قياس الحجم (البرميل واللتر) أو وحدات قياس الكتلة (الطن المتري) للنفط؛ ووحدات الحجم للغازات (المتر المكعب). تختلف الوحدات الفعلية على الصعيد القومي وفقا لظروف البلد أو للظروف المحلية، كما أنها تعكس الممارسة التاريخية للبلد، التي كانت تتكيف في بعض الأحيان مع ظروف متغيرة للتزويد بالوقود.

2. وحدات قياس الكتلة:

يتم في العادة قياس أنواع الوقود الصلب، كالفحم والكوك، بوحدات قياس الكتلة. والكيلوغرام (كلغ) هو وحدة قياس الكتلة في النظام الدولي للوحدات. كما يتم استخدام الطن المتري بشكل مشترك لقياس الفحم ومشتقاته على سبيل المثال. 1 طن متري يعادل 1000 كلغ؛ ومن الوحدات الأخرى المستخدمة من قبل البلدان لقياس الكتلة، الرطل (0.4536 كلغ) والطن الأمريكي (907.185 كلغ) والطن الإنجليزي (1016.05 كلغ).

3. وحدات قياس الحجم:

تعتبر وحدات قياس الحجم الوحدات الأصلية لمعظم أنواع الوقود السائل والغازي، وبعض أنواع الوقود التقليدي. ووحدة قياس الحجم في النظام الدولي للوحدات هي المتر المكعب، وهو يعادل كيلولتر أو 1000 لتر. ومن وحدات قياس الحجم الأخرى الجالون الإنجليزي الملكي (حوالي 4546 لتر)، الجالون الأمريكي (حوالي 3785 لتر)، البرميل (حوالي 159 لتر) والقدم المكعب الذي يستخدم أيضا لقياس أحجام أنواع الوقود الغازي. نظرا لإعطاء الأولوية للبرميل في الأسواق العالمية للنفط، يتم استخدام وحدة االبر ميل لليوم في القطاع النفطي من أجل السماح بإجراء المقارنة المباشرة للبيانات على فترات زمنية مختلفة (كإنتاج النفط الخام شهريا مقابل إنتاج النفط الخام سنويا).

4. العلاقة بين الكتلة والحجم-الثقل النوعي والكثافة النوعية:

إن العلاقة بين الكتلة والحجم تعرف بالكثافة النوعية، وهي معدل الكتلة إلى الحجم. وبما أنه يتم قياس أنواع الوقود السائل إما بحسب الكتلة أو بحسب الحجم. من المهم أن نتمكن من إجراء التحويل من وحدة إلى أخرى. الأمر الذي يحصل من خلال استخدام كثافة الوقود (الكثافة=الكتلة/الحجم)

الثقل النوعي هي وحدة لا أبعاد لها يتم تحديدها على أنها معدل كثافة الوقود إلى كثافة المياه على درجة حرارة معينة. يمكن أيضا القول إنه معدل كتلة حجم معين من الوقود، كالزيت مثلا، على درجة حرارة 15 درجة مئوية إلى كتلة الحجم نفسه من المياه على درجة الحرارة نفسها (الثقل النوعي=كثافة الوقود/كثافة المياه=كتلة الوقود/كتلة المياه).

عند استخدام النظام الدولي للوحدات أو النظام المتري لاحتساب الحجم، تقسم الكتلة على الكثافة. والعكس أيضا للحصول على الكتلة يتم ضرب الحجم بالكثافة. وعند استخدام أنظمة قياس أخرى، يجب العودة إلى جداول العوامل المكافئة للتحويل للانتقال بين قياسات الكتلة والحجم.

من وحدات القياس الأخرى الخاصة بثقل أو كثافة أنواع الوقود السائلة هي مصطلح الثقل النوعي للبترول المعتمد من قبل معهد البترول الأمريكي (API). ويرتبط ثقل معهد البترول الأمريكي بالثقل النوعي من خلال المعادلة التالية: ثقل معهد البترول الأمريكي API=(141.5/الثقل النوعي)-131.5

تشمل الوحدات الأخرى: الكيلوغرام السعري في النظام المتري، أو كيلو سعرة حرارية (Kcal) أو واحدة من مضاعفاتها؛ الوحدة الحرارية البريطانية (Btu) أو واحدة من مضاعفاتها، طن من الفحم المكافئ (Tce)، وطن من النفط المكافئ (Toe)، وكيلوواط ساعي (KWh).

5. الوحدات المشتركة: بما أن الوحدات الأصلية التي تقاس بها منتجات الطاقة تتغير (الطن المتري، البرميل، الكيلو واط ساعي، الكالوري، الجول، والمتر مكعب) كان يجب تحويل كميات منتجات الطاقة إلى وحدة واحدة مشتركة، من أجل إمكانية إجراء المقارنة مثلا بين كميات الوقود وتقدير كفاءة التحويلات. تتطلب عملية التحويل هذه من وحدات مختلفة إلى وحدة مشتركة بعض عوامل التحويل الخاصة بكل منتج.

إن الوحدة الوحيدة لقياس الطاقة المستخدمة في النظام الدولي للوحدات هي الجول، الذي يستخدم عادة في إحصاءات الطاقة كوحدة مشتركة، وبالرغم من استخدام وحدات أخرى (طن مكافئ من النفط، جيجاواط ساعي، الوحدة الحرارية البريطانية، والكالوري...) يوصى باستخدام الجول كوحدة مشتركة. (IRES، 2018، ص ص. 68-71)

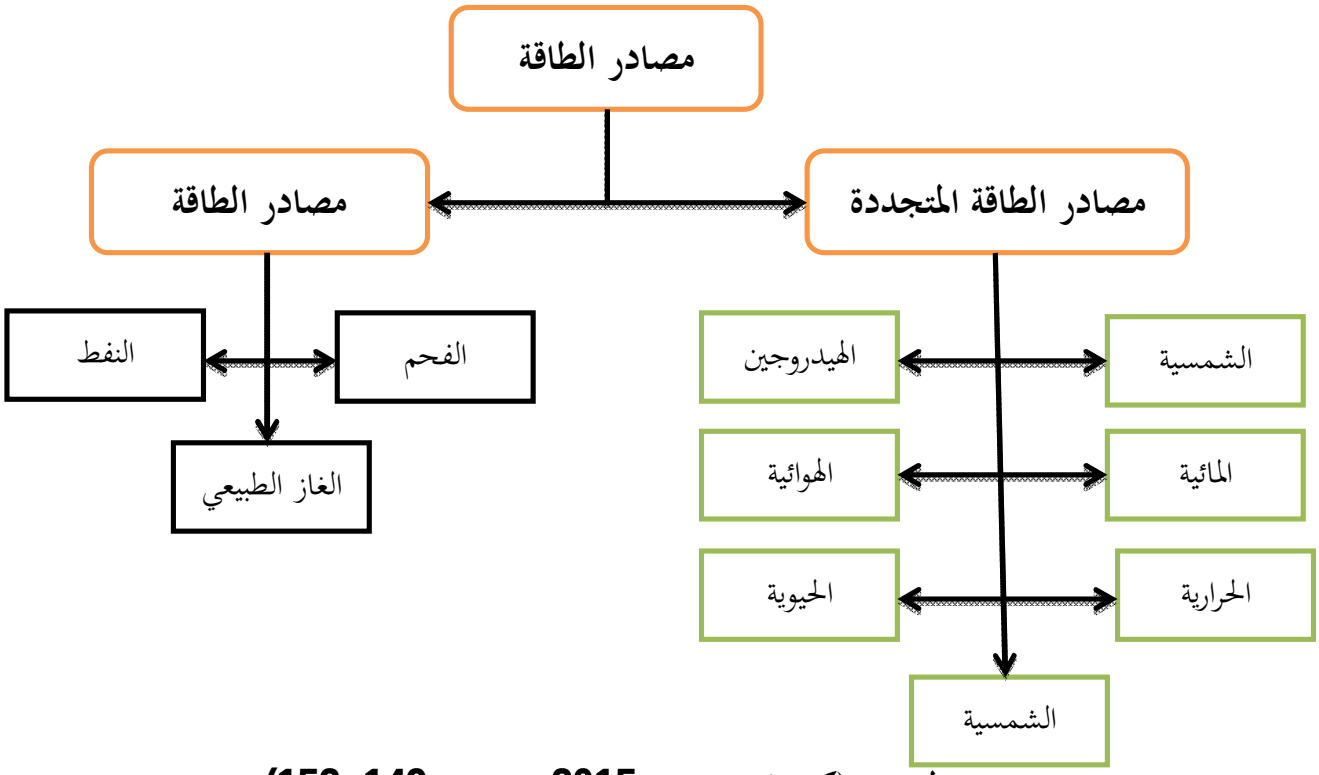
رابعا: تصنيفات الطاقة

هناك فئتان من الطاقة الأولى هي الطاقة التي تعرف بالطاقات المخزنة أو المستخرجة من آبار الوقود الأحفوري (فحم، غاز طبيعي، نفط)، ومن اليورانيوم، وهذا النوع يستخرج من باطن الأرض ويعتبر مخزونه محدودا؛ الفئة الثانية، هي الطاقات البديلة أو المتجددة، وتتولد تلك الطاقات عبر آليات طبيعية (الهواء، الشمس، الكتلة الحيوية)، وهي لا تنضب. إلى جانب الطاقات المخزنة، التي تقاس بعشرات السنين من الاستهلاك، تتولد الطاقات

المتدفقة بواسطة آليات طبيعية كآلية الهواء (طاقة الرياح)، أشعة الشمس (الطاقة الكهرومغناطيسية والطاقة الحرارية)، المياه (الطاقة الكهرومائية، حرارة الأرض (طاقة الحرارة الأرضية)، طاقة النباتات والفضلات (الكتلة الحيوية). تلك الطاقات الدائمة تسمى بالطاقات المتجددة.

كي تصبح تلك الطاقات جاهزة للاسهلاك، فلابد من خضوعها لمتغيرات عديدة. ونميز بين أربعة مراحل بحسب الحالة الأساسية لمصدر الطاقة. فتتوافق الطاقة الأولية مع طبيعة الطاقة التي تقدمها إلينا الطبيعة (مثل النفط عند استخراجه من الآبار)، أما الطاقة الثانوية فهي الطاقة الأولية التي خضعت لتحول ما، كالوقود المستخرج من الطاقة الأولية (النفط)، والذي تم تعديله عبر مصفاة النفط، فالكهرباء المنتجة عبر مركز حراري، والتي تعمل بالوقود الأحفوري هي أيضا طاقة ثانوية. ولذا فالطاقة الكهرومائية والكهرباء الناتجة عن التصنيع النووي تعتبر من الطاقات الأولية. تتوافق الطاقة النهائية مع الطاقة المقدمة إلى المستهلك عبر محطات الخدمة وشبكات توزيع الكهرباء. كما تتوافق المرحلة الأخيرة مع الطاقة المفيدة، أي الطاقة التي تلبي احتياجاتنا للطاقة (التدفئة أو النقل). وفي كل مرحلة من المراحل تحدث خسائر بسبب قوانين الديناميكا الحرارية، وآليات التحويل، ووسائل النقل ووسائل الاستهلاك. (لودوفيك، 2014، ص ص. 10-11) تقسم الطاقة المستعملة في الوقت الحاضر حسب مصادرها إلى مصادر ناضبة ومصادر متجددة. والشكل البياني أدناه يبين أهم تلك المصادر.

الشكل رقم 2: مصادر الطاقة



المصدر: (كسيرة ومستوي، 2015، ص ص. 149-152)

من خلال الشكل أعلاه يتبين أنه هناك نوعين أساسيين من مصادر الطاقة أي مصادر متجددة وهي موجودة في الطبيعة وتجدد باستمرار، ومصادر أحفورية ناضبة موجودة في باطن الأرض. فيما يأتي أدناه سيتم التفصيل في أصناف كل قسم: (كسيرة ومستوي، 2015، ص ص. 149-152)

1. مصادر الطاقة الناضبة أو الأحفورية:

يطلق على مصادر الطاقة الناضبة بالوقود الأحفوري، حيث تعتبر مصادر غير متجددة، وهي أيضا المصادر التي تنتهي مع مرور الزمن وبزيادة استهلاكها، وهي ناتجة من الطبيعة وتتميز إضافة إلى أنها موارد ناضبة بأنها أكثر ملوثة للجو والبيئة. كما تتميز بكثرة استعمالها في العالم في الوقت الراهن، وتتمثل فيما يلي:

1.1. الفحم: ظهرت أهمية الفحم الحجري كمصدر للوقود في عصر الثورة الصناعية في أوروبا الغربية ومنها انتشر استعماله في أماكن أخرى، ولقد كان الفحم يمثل ثلثي الاستهلاك العالمي للطاقة العام 1950، لينخفض إلى ربع إمدادات الطاقة عالميا خلال التسعينات من القرن الماضي، ولقد قدر الاحتياطي العالمي من مخزون الفحم أواخر 2010 إلى 860938 مليون طن.

2.1. النفط (البترول): كلمة بترول هي كلمة لاتينية ذات أصل يوناني تعني زيت الصخر، حيث يعتبر النفط مادة عضوية ناتجة عن تحلل وتفكك مختلف المواد العضوية الموجودة في باطن الأرض نتيجة الحرارة والضغوط الموجودة. من جهة أخرى يعتبر أول اكتشاف تنقيبي للبترول هو بئر في ولاية بنسلفانيا الأمريكية العام 1859.

3.1. الغاز الطبيعي: يقع الغاز في المرتبة الثالثة من حيث الأهمية في استهلاك العالم من الطاقة بعد الفحم والنفط، إذ يشكل الغاز ما نسبته 24% من مجمل الاستهلاك العالمي من الطاقة الأولية، وكما في حالة البترول فليس هناك نظرية متكاملة لتفسير كيفية تكون الغاز تاريخيا.

2. مصادر الطاقة المتجددة:

تعتبر المصادر المتجددة للطاقة أو الطاقات البديلة عكس المصادر الأخرى التقليدية الناضبة حيث تتميز الطاقات المتجددة بكونها دائمة ولا تنضب من جهة، كما أنها غير ملوثة للجو والبيئة مقارنة بالطاقات الناضبة. تعتبر الطاقات المتجددة وسيلة جديدة لنشر المزيد من العدالة بين دول العالم، كما أنها ليست حصرا على جيل اليوم وفقط بل أن استعمال هذه الطاقات (الشمس والرياح...) لن يقلل من فرص الأجيال القادمة بل بالعكس يجعلها أكثر أمانا.

من هنا يمكن تعريف الطاقة المتجددة بأنها الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي لا يمكن أن تنفذ (الطاقة المستدامة)، ومصادر الطاقة المتجددة، تختلف جوهريا عن الوقود الأحفوري من نفط وفحم وغاز طبيعي،

أو الوقود النووي الذي يستخدم في المفاعلات النووية. ونعني بالطاقة المتجددة كذلك الكهرباء التي يتم توليدها من الشمس والرياح والكتلة الحيوية والحرارة الجوفية والمائية، وكذلك الوقود الحيوي والهيدروجين المستخرج من المصادر المتجددة، أو هي تلك المصادر الطبيعية غير الناضبة والمتوفرة في الطبيعة سواء كانت محدودة أو غير محدودة إلا أنها متجددة، وهي نظيفة لا ينتج عن استخدامها تلوث بيئي. كما تعني الطاقة المتجددة للطاقات التي يمكن الحصول عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري، وهي بذلك على عكس الطاقات غير المتجددة الموجودة غالبا في مخزون جامد في الأرض لا يمكن الإفادة منها إلا بعد تدخل الإنسان لإخراجها، حيث تتميز مصادر الطاقة المتجددة بقابلية استغلالها المستمر دون أن يؤدي ذلك إلى استنفاذ منبعها، لذا تعتبر الطاقة المتجددة تلك التي نحصل عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري. تتمثل أهم الطاقات المتجددة في الأصناف التالية:

1.2. الطاقة الشمسية: تعتبر الطاقة الشمسية أحد أفضل المصادر الطاقوية النظيفة وغير الناضبة، ولقد بدأ الاهتمام بهذا المصدر في بداية الخمسينات، حيث تتميز تكاليف هذا المصدر الطاقوي عالية جدا مقارنة بالطاقة النفطية.... زاد الاهتمام بهذا المصدر الطاقوي لاسيما بعد فترة الستينات أين ظهرت الطاقة الكهربائية المولدة من الشمس خاصة في البلدان ذات الطاقة الشمسية العالية (اليمن، السعودية...).

2.2. الطاقة المائية: وتتمثل في طاقة المد والجزر الموجودة في البحار والمحيطات وطاقة الأمواج والطاقة الحرارية لبعض المحيطات... وغيرها.

3.2. الطاقة الحرارية الأرضية: يعود تاريخ استخدام هذا المصدر للطاقة في بداية القرن العشرين حيث تستعمل الطاقة الحرارية الأرضية لإنتاج الكهرباء وتوفير الحرارة والصناعة وغيرها.

4.2. طاقة الهيدروجين: يعد الهيدروجين من أهم مصادر الطاقة البديلة المستدامة، حيث يمكن أن يجعل تصور التجديد تصورا واقعيا عن طريق تخزين الطاقة المتجددة، بحيث تكون متاحة للاستخدام و الأهم من ذلك هو عدم وجود آثار سلبية على البيئة، حيث أن استعمال الهيدروجين في خلايا الوقود يولد الكهرباء ويطلق فقط بخا الماء كما أن كفاءة السيارات لتي تعمل على الهيدروجين أكبر بمر تين أو ثلاث على تلك التي تعمل بواسطة محرك البنزين.

5.2. طاقة الرياح: هي تلك الطاقة التي تعتمد على سرعة الرياح، حيث تكون وتوضع محطات توليد طاقة الرياح في المناطق العالية ذات السرعة العالية للرياح، وتعتبر طاقة الرياح من أهم الطاقات التي لا تضر بالبيئة.

6.2. طاقة الكتلة الحيوية: الوقود الحيوي هو الطاقة المستمدة من الكائنات الحية سواء النباتية أو الحيوانية منها، وهو أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة، على خلاف غيرها من الموارد الطبيعية مثل النفط والفحم الحجري وكافة

أنواع الوقود الأحفوري والوقود النووي.

7.2. الطاقة النووية: تعتبر الطاقة بالنووية أحد أشكال الطاقة الحديثة، والتي تتطلب تكنولوجيا عالية لإنتاجها، حيث تنشأ الطاقة من خلال تكسر الروابط بين مكونات النواة، مما يؤدي إلى الحصول على طاقة حرارية هائلة وتعمل مفاعلات الطاقة على إنتاج الطاقة الكهربائية.

خامسا: كفاءة استخدام الطاقة

ثمة أدلة متزايدة على عدم انفصال النمو عن استخدام الطاقة. وقد بلغ معدل نمو إجمالي الناتج المحلي العالمي نحو ضعفي سرعة إمدادات الطاقة الأساسية في الفترة 2010-2015. وتجاوزت سرعة النمو الاقتصادي النمو في استخدام الطاقة في جميع المناطق، باستثناء غرب آسيا حيث يرتبط إجمالي الناتج المحلي ارتباطا وثيقابالصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة، وفي جميع فئات الدخل. على الرغم من ذلك، لا يزال التقدم بطيئا في البلدان المنخفضة الدخل، حيث تزيد كثافة الطاقة عن المتوسط العالمي.

على الصعيد العالمي، انخفضت كثافة الطاقة - وهي نسبة الطاقة المستخدمة لكل وحدة من إجمالي الناتج المحلي - بوتيرة متسارعة بلغت 2.8٪ في عام 2015، وهو أسرع انخفاض منذ عام 2010. وقد أدى ذلك إلى تحسن متوسط الانخفاض السنوي في كثافة استخدام الطاقة إلى 2.2٪ في الفترة 2010-2015. ومع ذلك، لا يزال الأداء أقل من الانخفاض السنوي بمقدار 2.6٪ اللازم لتحقيق الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة المتمثل في مضاعفة المعدل العالمي للتحسن في كفاءة الطاقة بحلول عام 2030.

كان التحسن في كثافة استخدام الطاقة المستخدمة في الصناعة، بنسبة 2.7٪ سنويا منذ عام 2010، مشجعا للغاية، إذ أن هذا القطاع هو أكبر قطاع مستهلك للطاقة بشكل عام. أما التقدم في قطاع النقل فكان أكثر تواضعا، ولاسيما فيما يتعلق بنقل البضائع، وهو يمثل أيضا تحديا كبيرا للبلدان المرتفعة الدخل. وفي البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، زادت كثافة استخدام الطاقة في القطاع السكني منذ عام 2010.

خفضت ستة بلدان من البلدان العشرين التي تمثل 80٪ من إجمالي إمدادات الطاقة الأساسية في العالم، بما فيها اليابان والولايات المتحدة، إمداداتها السنوية من الطاقة الأساسية في الفترة 2010-2015، في حين تواصل تحقيق نمو في الناتج المحلي الإجمالي - مما يشير إلى وصول استخدام الطاقة إلى ذروته .ومن بين البلدان النامية ذات الاستهلاك الكبير للطاقة، برزت الصين وإندونيسيا بما سجلتاه من تحسن سنوي يتخطى 3٪. (البنك الدولي، 2018)

سادسا: علاقة الطاقة بالتنمية الاقتصادية

أثبتت نظريات النمو أن استدامة النمو الاقتصادي تعتبر من النقاط الجوهرية والأساسية التي يجب أن تركز عليها السياسات الاقتصادية للبلدان والحكومات (Romer، 1986؛ Solow، 1969، 1988؛ Arow، 1962). جذبت الطاقة، باعتبارها أحد العوامل الأساسية للنمو الاقتصادي اهتماما متزايدا في العقود الأخيرة الماضية (Ahmed & Azam، 2016؛ Azam & al، 2015؛ Lee & al، 2008)، بحكم تداخل وترابط العلاقة بين المتغيرين؛ حيث تعتبر الطاقة عاملا أساسيا في الإنتاج، من جهة؛ يؤدي النمو الاقتصادي، من جهة أخرى، إلى ارتفاع وتحسن مستويات المعيشة، الأمر الذي يعزز بدوره استهلاك الطاقة (Squally، 2007؛ Mahadevan &Asafu-adjaye، 2007؛ Yoo، 2006).

فيما يخص العلاقة بين استهلاك الطاقة في حد ذاتها والنمو الاقتصادي، فهي علاقة مؤكدة في كل الأعمال والأدبيات النظرية. يبقى اتجاه العلاقة السببية بين المتغيرين هو المثير للجدل؛ بمعنى هل النمو الاقتصادي هو من يدفع إلى استهلاك طاقة أكثر؛ أم أن استهلاك طاقة أكثر يعتبر محركا لتطوير الاقتصاد ودافعا لتحقيق النمو الاقتصادي. إذا كانت هناك علاقة سببية أحادية الاتجاه تمتد من النمو الاقتصادي إلى استهلاك الطاقة، فهذا يعني أن السياسة الطاقوية سيكون لها آثار قليلة أو منعدمة على النمو الاقتصادي والتشغيل؛ بالمقابل، إذا كانت العلاقة السببية أحادية الاتجاه تمتد من استهلاك الطاقة إلى الدخل والعمالة، فقد يؤدي تقليل استهلاك الطاقة إلى خفض الدخل وتقليل فرص العمل، والعكس صحيح؛ أما إذا لم تكن هنالك أي علاقة سببية في الاتجاهين (فرضية الحياد)، فهذا يعني ضمنيا أن السياسات الطاقوية لا تؤثر على النمو الاقتصادي. (Asafu-Adjaye, 2000, pp. 616-617)

توجد في المجمل أربع فرضيات في الأدبيات النظرية حول اتجاه العلاقة السببية بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة؛ تبين فرضية النمو أنه توجد علاقة سببية في اتجاه واحد يمتد من الطاقة إلى النمو الاقتصادي؛ عليه، فإن كل انخفاض في استهلاك الطاقة نتيجة سياسات طاقوية تحفظية أو تقييدية سوف يؤثر سلبا على معدلات النمو الاقتصادي؛ بالمقابل، تؤكد فرضية الحفاظ على الطاقة أن النمو الاقتصادي هو العامل الرئيسي المحدد لاستهلاك الطاقة؛ عليه، سيؤدي كل ارتفاع في معدلات النمو الاقتصادي إلى زيادة استهلاك الطاقة، والعكس صحيح؛ في الأخير، تشير فرضية الحياد إلى عدم وجود علاقة سببية في الاتجاهين بين استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي (Asafu-Adjaye، 2000؛ Yoo، 2006؛ Chen & al، 2007؛ Akinlo، 2008؛ Al-Iriani، 2006؛ Apergis & Poyne، 2009a، 2009b؛ Squaly، 2007؛ Narayan & Smyth، 2009؛ Ismail & Mawar، 2012؛ Bozoklu & Yilanci، 2013؛ Narayan، 2016؛ Ozturk & Al-Mulali، 2015). (Hasanov, Bulut, &

Suleymanov, 2017, p. 373)

سابعا: علاقة الطاقة بالبيئة والتلوث

تؤثر الطاقة خاصة التقليدية منها على البيئة بطريقتين رئيسيتين؛ حيث تساهم من جهة في إصدار ثاني أكسيد الكربون، حيث يعتبر إصدار هذا الغاز سببا رئيسيا لارتفاع حرارة الأرض؛ كما تساهم النفط في تلوث البيئة بما في ذلك المطر الحمضي وضباب المدن وتلوث البحار والحد من التنوع الحيوي وتدهور مختلف النظم البيئية.

يؤثر استثمار الموارد النفطية أيضا على المناظر الطبيعية وعلى النماذج الزراعية وعلى السياحة. باختصار، إن استخراج واستخدام النفط ينعكس على الفعالية والصحة البشرية بشكل كبير. فاستخدام الطاقة عموما والنفط على نحو خاص ساهم إلى حد بعيد بالتنمية الاقتصادية الواسعة وأعطى نتائج إيجابية على صحة الإنسان وسعادته؛ يالمقابل، ساهم النفط أيضا في التلوث الذي أضر بالصحة وأدى إلى تدهور بيئي محلي، ومن خلال رفع درجة حرارة الأرض، ربما يساهم في خلق عواقب وخيمة على التنمية في الكثير من مناطق العالم أو في معظمها. (ووتش، 2005، ص ص.53-55)

فالتسربات النفطية الكبيرة كتسريبات فالديز العام 1989 وأحداث 2002 تسبب تلوث الشواطئ ونظم الحياة البحرية الحساسة، كما يعتبر التغير المناخي الحاصل كارثة بالنسبة للبيئة والصحة العامة على مستوى العالم، رغم أن منتجي النفط يشككون في صحة دور النفط في زيادة در جة حرارة الكرة الأرضية.

فاستخراج النفط يتطلب الوصول إلى أعماق كبيرة تحت سطح الأرض، وغالبا ما يكون هذا في مناطق بعيدة وحساسة بيئيا، والنفط ذاته والموارد الأخرى المرافقة يتألف من عناصر كيميائية بالغة الخطورة. وعملية إنتاج ونقل هذه المواد لمسافات بعيدة عملية صعبة تقنيا وخطيرة على البيئة، حيث يمكن للحوادث الضارة أن تقع في أي مرحلة من مراحل إنتاج النفط. (سوجيت و ريتشارد، 2014، ص. 131)

1. التأثيرات البيئية لعملية إستكشاف النفط واستخراجه:

تشير العمليات المتعلقة بالبحث عن النفط واستخراجه إلى تأثيرات كبيرة على النظام البيئي وصحة الإنسان والنشاطات الزراعية. وتعمل شركات النفط بجهد كبير على استخدام تقنيات وأساليب متطورة لاستكشاف وتحديد مواقع النفط، وعند العثور عليه يتم بناء الأرضيات والمضخات وإجراء اختبارات لتحديد جودته.

تؤدي عمليات استكشاف واستخراج النفط إلى تأثيرات كبيرة على البيئة، حيث ينجم عن حوادث تسرب النفط أثر بيئي سلبي، وتشمل أهم الآثار إزالة الغابات، تدمير النظام البيئي، التلوث البيئي والمائي، التأثير الطويل الأمد على الحياة الحيوانية وخاصة الطيور والكائنات البحرية، التأثير على صحة المجتمعات والعاملين في صناعة النفط،

وترحيل الكائنات الحية. وتحتاج صناعة النفط إلى نقل تجهيزات ضخمة جدا، ويتسبب ذلك في إزالة الغابات وتآكلها، كما يتطلب استخراج النفط استخدام كميات كبيرة من المياه التي يتم تلويثها ورميها في الطبيعة، وهذا ينتج عنه تلوث كيميائي للبيئة والمياه.

تعتبر صناعة البترول من أهم العوامل التي تؤثر على النظام البيئي البحري، حيث يمكن أن يتسبب حتى الكم الضئيل من البترول في تأثيرات خطيرة ومميتة على الحياة البحرية. وبالتالي، فإن التخلص من الكميات الكبيرة من النفايات البترولية على المدى الطويل يؤدي إلى تدمير التنوع الحيوي في البحر. ومن بين مصادر التلوث البحري المتعلقة بالبترول: المياه الصناعية التي ترمى على الشواطئ، وعمليات استخراج البترول من الأرض، ورمي النفايات البترولية في المحيطات. (زيدان ويعقوبي، 2012، ص. 09)

توجد مشاكل بيئية هامة في مناطق استخراج الغاز الطبيعي، وقد يحترق الغاز في موضع البئر أو يتوهج، مما يسبب انبعاثات مؤذية تؤثر سلبا على البيئة والصحة العامة. ويشير الخبراء إلى أن استخراج النفط والغاز هما المصدر الرئيسي للانبعاثات الضارة، حيث يصدر توهج الغاز أول أكسيد الكربون وأوكسيد النتروجين، الذي يعتبر عنصرا يرئيساً للضباب الحامضي، وأوكسيد الكبريت، الذي يسبب المطر الحامضي. يعاني سكان نيجيريا، التي تشهد أعلى نسبة لتوهج الغازات، من آثار صحية خطيرة بسبب هذا التلوث.

إذا لم يشتعل الغاز المعالج، سيتم إطلاق الغاز الطبيعي غير المعالج إلى الهواء، وهذا سيؤدي إلى إطلاق كميات كبيرة من البيتان، وهو غاز قادر على تغيير المناخ بشكل كبير. كما يحتويالغاز الطبيعي، عندما يتم استخراجه، على كميات كبيرة من كبريت الهيدروجين، وهي مادة سامة وقاتلة، وتتسبب في تآكل الأنابيب. عادة ما يشار إلى الغاز الطبيعي الذي يحتوي على كبريت الهيدروجين باسم "الغاز الحامضي"، لذلك، يجب التخلص من هذه المادة بأسرع ما يمكن.

تؤثر عمليات استخراج النفط بشكل كبير على البيئة، ليس فقط في مكان وجود المرافق النفطية. وخاصة في المناطق النائية في البلدان النامية، حيث يتم اكتشاف مواقع نفطية جديدة ويتم توسيع نطاق الاستخراج، مما يؤدي إلى تدمير مساحات كبيرة من الغابات لبناء مرافق الإنتاج ومخيمات العمل. وتكون آثار تلوث النفط مدمرة على الحيوانات، كما يشكل خطرا على الصحة العامة في المدى البعيد.

إن معظم مناطق الحفر في العالم تقع على اليابسة، غير أن هناك عدد لا بأس به منها في البحار، مع ما تحمله من إمكانية إحداث تأثير مهم على البيئة البحرية. إن مرافق التنقيب والاستخراج البحرية شائعة بشكل خاص في إفريقيا (حوالي نصف المواقع) وأوروبا (أكثر من نصف المواقع) ومنطقة المحيط الهادي في آسيا (حوالي ثلثي المواقع). ويطرح الحفر في البحار تحديات خاصة حيث أن شروط الطق القاسية تزيد من احتمال الحوادث أثناء نقل النفط.

تعد مشكلة التخلص من فضلات عمليات الحفر في البحر من القضايا البيئية الهامة، حيث تستخدم منصات النفط حوالي 400000 غالون من مياه البحر يوميا كسوائل حفر خلال عمليات الاستخراج، وبعد استخدامها، يتم ضخ هذه المياه الملوثة بالنفط مرة أخرى إلى المحيط. بالإضافة إلى ذلك، يتسبب التنقيب في البحر في تلوث البيئة بالزئبق، حيث يتعرض الإنسان للزئبق عند تناول السمك الملوث، وقد أظهرت إحدى الدراسات وجود مستويات عالية من الزئبق في الوحل والرسوبيات تحت منصات النفط في خليج المكسيك، حيث كانت هذه المستويات أعلى بحوالي 12 ضعفا من المستويات المقبولة وفقا لمعايير وكالة حماية البيئة الأمريكية. ولذلك، فإن الحل الوحيد لمشكلة التخلص من النفايات البحرية هو جمعها والتخلص منها بوضعها في أماكن من الأرض مبطنة جيدا. (سوجيت وريتشارد، 2014، ص ص. 134-137)

2. التأثيرات البيئية لعملية نقل البترول:

بسبب الانفصال الدائم بين مواقع احتياطي النفط ومواقع الحاجة إليه، يجب نقله على مسافات بعيدة لتوصيله إلى المستهلكين، وهذا يزيد من تعقيد نظم نقل البترول حول العالم، وتتسبب عمليات نقل البترول عبر الأنابيب والسفن ووسائل النقل البرية في حوادث تسربات النفط، وتوثر كارثيا على النظام البيئي، حيث سجلت العديد من هذه الحوادث في تاريخ العالم.

يتأثر حجم التأثير البيئي الناتج عن التسربات النفطية بعدة متغيرات، من بينها حجم التسرب الذي يحدد مساحة المنطقة المتأثرة وموقعها على الشاطئ، ونوع البترول المتسرب، وموسم التسرب، وقدرة المنطقة المتأثرة على التحمل.

ينتج التلوث البحري الروتيني عن عمليات تنظيف الصهاريج الكبيرة لناقلات البترول الضخمة. وبعد تفريغ حمولتها في الدول المستوردة، تعود إلى الدول المصدرة لإعادة شحنها. ويتم تنظيف الصهاريج بالماء لإزالة البواقي النفطية، ويتم رمي الماء المختلط بالبواقي البترولية في البحر. كما يتم رمي مياه التنظيف، التي تكون حصوية ومالحة، في البحر بكميات كبيرة جدا، وهو ما يهدد التوازن البيئي والحياة البحرية.

تؤثر حوادث التسربات النفطية على صحة الإنسان والحيوانات خلال حدوثها وعمليات تنظيفها واستهلاك الكائنات المتسممة منها. وتؤثر أيضا بشكل كبير على الاقتصاد، حيث تدمر الثروة السمكية وترحلها إلى مناطق أخرى لسنوات عديدة. وتنخفض ثقة المستهلكين في سلامة المنتجات البحرية. (زيدان ويعقوبي، 2012، ص ص. 09-10)

3. التأثيرات البيئية لعمليات تكرير النفط:

إن تكرير النفط، وهو مرحلة من مراحل صناعة النفط، يترك آثارا بيئية هامة أيضا. إذ تقوم المصافي باستخدام تقنيات الغليان والتبخير أو المعالجة بالإذابة لفصل وتحويل النفط الخام ليمكن استخدامه كوقود. ويحتوي الإنتاج

النهائي على الغازولين ووقود الديزل ووقود الطائرات والكيروسين وزيوت التشحيم والإسفلت. حيث تعالج المصفاة متوسطة الحجم ما يزيد على 3.8 مليون غالون من النفط يوميا. وحتى النسبة البسيطة من المخلفات الثانوية التي تطلقها هذه العملية في الطبيعة تصل إلى حوالي 11000 غالون من النفط يوميا في موقع واحد. كما يجب معالجة المياه المستخدمة في عملية التكرير نظرا لوجود عناصر سامة كالمعادن الثقيلة والعناصر الملوثة الأخرى.

تصدر المصافي أيضا كميات كبيرة من ملوثات الهواء. ففي الولايات المتحدة يعتبر قطاع المصافي ثالث أكبر مصدر لانبعاث المواد السامة التي تتراكم باستمرار، كالزئبق والرصاص والديوكسينات، حيث أطلقت أكثر من 184000 باوند من هذه المواد العام 2001. أما على الصعيد العالمي فقد وصل مجموع الانبعاثات الهوائية السامة من قطاع المصافي إلى 84 مليون باوند في العام ذاته، بما في ذلك أطنان من المركبات العضوية الطيارة، كالبنزين المسبب للسرطان ومواد كيماوية يمكن أن تسبب الربو عند حد معين ومشاكل في نمو الأطفال. ويمكن لعملية التكرير أن تؤدي إلى إطلاق ثاني أكسيد الكبريت، وهو عامل أساسي في تشكيل المطر الحامضي.

كما أن مجمعات تكرير النفط عرضة للتسربات والحوادث. إذ يلعب التسرب من البراميل والخزانات دورا رئيسيا في التلوث النفطي والكيماوي في هذه المجمعات، وتشكل الحرائق والانفجارات مصدرا مهما للابعاثات الكيماوية الكبيرة في الهواء. (سوجيت وريتشارد، 2014، ص ص. 137-140)

4. التأثيرات البيئية لعمليات إراقة النفط

غالبا ما تنجم إراقة النفط عن عمليات الاستخراج والتصدير. وقد أفادت التقارير على مستوى العالم عن إراقة ما بين 20 و430 مليون غالون سنويا للفترة 1978-1997. وتراوح عدد الحوادث خلال نفس الفترة بين 136 و382 حادثا في السنة. ويحصل تسرب النفط من أحواض التخزين وأنابيب النقل وناقلات النفط والبوارج والمراكب الأخرى. وباستثناء خطوط الأنابيب فإن التسربات النفطية تحصل غالبا أثناء عملية النقل، بما في ذلك أثناء تحميل الناقلات، أو النقل من الناقلات إلى القطار أو من عربات القطار إلى مستودعات التخزين.

إن وجود خطة استجابة شاملة وفعالة لحالات التسرب النفطي أمر حيوي بالنسبة للدول المنتجة للنفط، ومع ذلك هو غير موجود في كثير من الحالات. فأذربيجان على سبيل المثال يزداد إنتاجها النفطي بشكل سريع ومع ذلك ليس لديها خطة استجابة وطنية للتسرب النفطي. وهو ما يعيق أيضا التنسيق والتعاون الفعال مع جيرانها في معالجة حالات التسرب في بحر قزوين.

جدير بالذكر أن كلفة معالجة التسرب النفطي تختلف بشكل كبير، وفقا لعوامل عديدة مثل موقع حدوث التسرب وتأثيره على قطاعات حساسة كمناطق سياحية أو نظم بيئية حساسة، إضافة للبعد عن الشاطئ ونوع النفط المتسرب. فالتسرب قرب الشاطئ أكثر كلفة منه في المحيط. كما أن نوع النفط يؤثر على كلفة التنظيف. فالخام

الخفيف والنفط المصفى قابل للتبخر والانتشار بصورة أسرع، مما يقلل من الجهود اللازمة للتنظيف. في حين يتطلب النفط الثقيل جهودا أكبر للتنظيف، وتبلغ كلفة تنظيفه أربعة أضعاف مثيلتها للنفط الخفيف. أما بالنسبة لتكاليف التنظيف فتتراوح التقديرات بين 1000 دولار لكل طن مراق في إفريقيا و24000 دولار لكل طن في الولايات المتحدة (إذا استثنينا كلفة تسرب إيكسون فالديز). وفي حالة تسرب إيكسون فالديز تقول إكسون أن كلفة التنظيف وصلت إلى 2.1 مليار دولار. (سوجيت وريتشارد، 2014، ص ص. 141-143)

5. التأثيرات البيئية لعمليات استهلاك النفط والغاز:

تتسبب استهلاك النفط والغاز الطبيعي في آثار بيئية وصحية مهمة على المستوى المحلي والعالمي. يعتبر الغازولين، وهو وقود للآليات، أحد المشتقات الأساسية للنفط ويتسبب في إصدار العديد من الملوثات الهوائية الخطيرة. تشمل هذه الملوثات العناصر العضوية الطيارة مثل البنز ين والتولوين، التي تسبب ضررا صحيا وبيئيا، بما في ذلك إنتاج الأمطار الحمضية وتدهور طبقة الأوزون، بالإضافة إلى ثاني أكسيد الكبريت الذي يعتبر المكون الرئيسي للضباب الصناعي والسبب الرئيسي لإنتاج الأمطار الحامضية، بالإضافة إلى ثاني أكسيد الكربون.

تشير العديد من الدراسات والأبحاث إلى وجود ارتباط وثيق بين هذه الملوثات وارتفاع معدلات الوفيات، حيث يتسبب المطر الحامضي في الكثير من الأضرار على الغابات والبحيرات والأنهار والمياه الجوفية. وبالإضافة إلى ذلك، يتسبب احتراق الغاز الطبيعي - الذي يستخدم بشكل رئيسي في إنتاج الطاقة الكهربائية -في إطلاق أوكسيد النيتروجين، الذي يساهم في تشكيل الضباب والأمطار الحامضية.

يؤثر استهلاك النفط والغاز الطبيعي بشكل خطير على الصعيد العالمي من خلال تغير المناخ وزيادة حرارة الأرض. ينتج ثاني أوكسيد الكربون عن استخدام الغازولين وحرق النفط والغاز الطبيعي لتوليد الكهرباء، وهو الأكثر أهمية بين الملوثات. تنتج حوالي 18% من الكهرباء العالمية باستخدام الغاز الطبيعي ونحو 7.5% باستخدام النفط. وبالمقارنة مع الغاز الطبيعي، ينتج النفط ضعف ونصف الكمية من ثاني أوكسيد الكربون لتوليد نفس كمية الطاقة الكهربائية.

يتوقع أن تكون نتائج هذا التغير المناخي كبيرة وشاملة. إذ قد يؤدي ذوبان الأنهار الجليدية والجليد القطبي إلى ارتفاع مستوى المياه في البحر. ويمكن لحوادث الطقس الحادة، كالبراكين، أن تزداد في شدتها وفي معدل وقوعها. ويمكن لارتفاع الحرارة أن يؤدي للتصحر في بعض المناطق وإلى تقليص الغابات والمناطق الزراعية في أماكن أخرى. كما يمكن للأمراض المعدية كالملاريا أن تزداد انتشارا لما للحرارة من أثر على نواقل المرض. كما يمكن لارتفاع حرارة المحيط أن تؤدي لخراب الضخور المرجانية، النظام البيئي الأكثر خصوبة في المحيط. (سوجيت وريتشارد، 2014، ص ص. 144-145)

من المتوقع أن تكون نتائج التغير المناخي واسعة النطاق وكبيرة، فقد يؤدي ذوبان الجليد القطبي والأنهار الجليدية إلى ارتفاع مستوى سطح البحر .بالإضافة إلى ذلك، قد تتزايد شدة الظواهر الطبيعية العنيفة مثل البراكين، ويمكن أن يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى تصحر بعض المناطق وتقلص الغابات والأراضي الزراعية في مناطق أخرى. كما يمكن للأمراض المعدية مثل الملاريا أن تنتشر بشكل أكبر بسبب تأثير الحرارة على ناقلي الأمراض. وعلاوة على ذلك، يمكن أن يؤدي ارتفاع حرارة المحيط إلى تدمير الشعاب المرجانية، وهي النظام البيئي الأكثر خصوبة في المحيط.

الفصل الثالث: تحليل العرض والطلب على الطاقة

أولا: الطلب على الطاقة

1. مفهوم الطلب على الطاقة:

يتحدد الطلب على الطاقة بمدى رغبة وقدرة الأفراد والمؤسسات في الحصول على هذا المورد، ونظير تزايد الحاجات الإنسانية للطاقة بصفة عامة، فقد عرف الطلب على النفط نموا متزايدا سواء في شكله الخام أو في صور منتجات نفطية. يرتبط الطلب على النفط بالطلب على المنتجات النفطية المكررة، والتي تتضمن أسعارها قدرا كبيرا من ضرائب الاستهلاك في أسواقها، ومن ثم أسعار تلك المنتجات التي من شأنها أن تؤثر في الطلب عليها، وبالتالي في الطلب على النفط.

تتميز مرونة الطلب على النفط الخام في المدى القصير بكونها شبه منعدمة، وهذا ناتج أن أي زيادة في السعر لا تؤدي بالضرورة إلى تقليص الطلب في المدى القصير لأن المستهلك يكون مرتبط بإشباع حاجاته الضرورية من النفط الخام ولا يكون في إمكانه تقليص الطلب عليه في فترة قصيرة، وفي حالة انخفاض السعر فإن المستهلك يحاول زيادة طلبه على النفط بمقدار طاقته التخزينية، وعلى هذا الأساس يكون التغير في الطلب على النفط أقل من التغير في السعر على المدى القصير. (الشمري، 2014، ص ص. 413-414)

2. محددات الطلب على الطاقة:

الطلب على مصادر الطاقة هو طلب مشتق من الطلب على الصناعات أو السلع والخدمات النهائية التي تستخدم الطاقة في مراحل إنتاجها، وبشكل عام فإن الطلب على الطاقة هو طلب متزايد عبر الزمن يتأثر بالعديد من المتغيرات في زمن ما ولمجتمع معين، ومن أهم محددات الطلب العالمي على الطاقة ما يلي: (إبريهي علي، 2016، ص ص. 4-5)

1.2. التحول الديموغرافي العالمي:لقد عرفت السنوات الأخيرة نموا متتاليا في عدد السكان وهذا راجع بدرجة كبيرة لتطور العلوم الطبية وارتفاع نسب الأمل في الحياة، حيث أن الكثافة السكانية من المقدر لها ان تنمو من 7 إلى 9 مليار نسمة بحلول العام 2050. وبالبرغم من أن معدل المواليد في العالم قد انخفض في السنوات الأخيرة، غير أن النمو الكبير للسكان يمثله نصف سكان المعمورة من فقراء إفريقيا وآسيا الجنوبية خاصة في المناطق شبه الحضرية.

في غياب تطور تكنولوجي عالمي موحد، وإذا ما قللت الدول المصنعة من تبعيتها البترولية وطورت شبكات السكك الحديدية مثلا للتقليل من استهلاك الطاقة في قطاع النقل أو قامت بتطوير تكنولوجيات الطاقة الهيدروجينية فإنه سيتم توفير مصدر دائم من الطاقة لنصف سكان المعمورة. وحيث أن الاستقرار السياسي العالمي

يرجع لقدرة النظام الطاقوي على خلق بدائل فعالة، ومنه لابد من الدول المصنعة أن تفكر في خفض استهلاكها من الطاقة من أجل تحقيق الهدف المشترك لجميع سكان العالم.

2.2. الظروف المناخية: يعتمد استعمال الطاقة في الكثير من جوانبه على الظروف المناخية وخصوصا في الدول الصناعية الكبرى كالولايات المتحدة واليابان وأوروبا الغربية والشرقية، كما يحدث بين الحين والآخر، حينما تكون مواسم الشتاء شديدة البرودة، حيث يتحول الاستهلاك الرئيسي من البنزين إلى السولار (المازوت)، وهو الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع الأسعار غالبا.

3.2. أنماط التنمية المتفاوتة بين مختلف الدول: أثبتت العقود الأخيرة أن توقعات التنمية الاقتصادية لا تتحقق بالشكل المتوقع لها من قبل، نظير التحولات السياسية والاقتصادية التي تحدث في العالم إضافة إلى الأزمات المالية التي تمس الاقتصاد العالمي منها الأزمة الآسيوية للعام 1997، أزمة الرهون العقارية الأمريكية للعام 2007، وأزمة الديون السيادية الأوروبية للعام 2011، مما يؤثرا على الطلب العالمي على الطاقة، إضافة إلى بروز اقتصاديات العديد من الدول الناشئة كدول جنوب غرب آسيا والتي تمثل نصف عدد السكان في العالم، والتي تسعى لمقارنة نموذجها التنموي من أنماط العيش الأوروبية واليابانية من خلال تطبيق مزيج طاقوي متنوع المصادر من الطاقات الأحفورية والطاقة النووية والطاقات المتجددة، إضافة إلى انتهاج كل من روسيا، أمريكا اللاتينية، إفريقيا الجنوبية ودول الشرق الأوسط المصدرة للبترول ذات الكثافة السكانية المتوسطة للنمط الأمريكي عن طريق الاعتماد على استهلاك مصدر واحد من الطاقة يعتمد بصورة كبيرة على الطاقات الأحفورية، أما فيما يخص الدول الإفريقية الفقيرة والهند والتي تتميز بكثافة سكانية مرتفعة فإن استهلاك الفرد الواحد من الطاقة يعتمد كليا على البترول في قطاع النقل، الخشب للطهي، والفحم لإنتاج الكهرباء.

4.2. هيكل الإنتاج وأسعار الطاقة: من أجل الوقوف على الطلب العالمي من الطاقات التقليدية لابد من التطرق لهيكلة إنتاج هذه الأخيرة وأسعارها في السوق العالمية.

- **هيكل الإنتاج:**

تشير الإحصاءات إلى وجود علاقة طردية بين معدل النمو الاقتصادي ومعدل الاستهلاك من الطاقة، فيلاحظ أن الدول الصناعية هي الأعلى في معدلات استهلاك الطاقة، ويعد معدل استهلاك الفرد الواحد من الطاقة مؤشرا رئيسيا لطبيعة التطور الاقتصادي ودرجة النمو، وكشفت الإحصاءات أنه بالرغم من توفر الموارد الاقتصادية الضخمة لدى الدول النامية (خاصة البترول والغاز)، ورغم أن عدد سكان الدول النامية يزيد بأكثر من أربعة أضعاف عدد سكان الدول الصناعية المتقدمة إلا أن استهلاك الطاقة في البلدان النامية لا يشكل إلا جزءا صغيرا من استهلاك الطاقة في العالم.

- **أسعار النفط:**

إن ارتفاع أسعار النفط يؤدي إلى ترشيد الاستهلاك من ناحية ومن ناحية أخرى إحلال مصادر الوقود محل بعضها البعض، والمقصود بترشيد الاستهلاك ليس فقط القضاء على الفائض في استهلاك الطاقة ولكن إحلال عناصر إنتاج بأخرى في العملية الإنتاجية، إضافة إلى أن التجهيزات الرأسمالية الطويلة الأجل تحتاج إلى طاقة يكون من الصعب التخلص منها قبل انتهاء عمرها الإنتاجي وتظل تستهلك نفس القدر من الطاقة، مثل التجهيزات في المنازل والمكاتب وناطحات السحاب مما يقلل من مرونة الطلب على الطاقة.

وهناك عاملان أساسيان يؤثران أيضا في الأسعار هما معدلات التضخم ومعدل أسعار الدولار، فمن المعروف أن النفط يسعر بالدولار، علما أنه كانت هناك محاولات لجعل التسعير بعملات أخرى كاليورو أو سلة عملات لكنها لم تنجح، وظل الدولار عملة التسعير الوحيدة.

كذلك تعتبر المضاربات في الأسواق النفطية، ظاهرة بدأت تبرز في السنوات العشرين الأخيرة، وهي تساهم بدورها في رفع أسعار البترول، فالمتعاملون في هذه الأسواق لا يكترثون بالسعر الحقيقي بل بالصعود والهبوط للنفط في الأسواق المالية، وذلك حتى يستطيعوا مواصلة عمليات البيع والشراء.

من العوامل الرئيسية الأخرى المؤثرة على أسعار النفط أيضا، المخزون النفطي الأمريكي، وذلك بحكم ثقل أمريكا، حيث يتم أسبوعيا إصدار تقريرين من جهتين رئيسيتين في الولايات المتحدة هما المعهد الأمريكي للبترول ووزارة الطاقة الأمريكية لتحديد مخزون النفط الخام والمشتقات النفطية، والذي تتحدد بموجبه الأسعار.

5.2. التكنولوجيا: اتجهت الدول المتقدمة في العقود الأخيرة نحو التكنولوجيا المقتصدة للطاقة، حيث تم تطوير مجال السيارات الكهربائية، إلى جانب أنظمة الإنتاج الأخرى، بحيث تستهلك كمية أقل من الطاقة، وبأداء أحسن. وتحت مظلة العامل التكنولوجي تدخل أساليب الإنتاج والأساليب البديلة. فمثلا لا يستخدم النفط ومنتجاته إلا قليلا في توليد الكهرباء كما يستخدم الفحم والغاز والوقود غير الأحفوري. ولذا لا يكون الطلب على النفط مرنا مع تغير السعر لأن التحول من أنواع الوقود الأخرى إلى النفط يتطلب تغيرات واسعة في التكنولوجيا.

6.2. البناء التحتي لنظام الطاقة: فعند انخفاض سعر النفط يتعذر التحول من مصادر الطاقة الأخرى إليه للانتفاع من السعر المنخفض، فهناك شبكات نقل وتوزيع وتخزين ومنظمات أعمال وقواعد تنظيم لاستهلاك الطاقة.

7.2. أسعار الطاقة البديلة: حيث توجد علاقة طردية بين أسعار الطاقة البديلة والطلب على النفط، وإن تزامنت حركة أسعار الطاقة البديلة مع سعر النفط صعودا ونزولا، يقلل من أثر انخفاض سعر النفط في زيادة

الطلب عليه، والعكس صحيح.

8.2. سياسات وضوابط البيئة: إذ تهتم الدول المتقدمة والمنظمات الدولية بالسيطرة على المقذوفات الكربونية لمواجهة مشكلة الاحتباس الحراري. ويستهدف النفط الخام بعد الفحم لهذا السبب. ولأن الفحم رخيص ويستخدم على نطاق واسع في توليد الطاقة فقد قلل هذا العامل من ضغوط الضوابط البيئية. ولهذا السبب لا يزيد معدل النمو السنوي المقدر للطلب على النفط الخام حتى العام 2040 عن 0.8 بالمائة، بينما ينمو مجموع الطلب على الطاقة بمعدل 1.5 بالمائة سنويا. وينمو الطلب على كل من الفحم والغاز بمعدل 1 بالمائة و2.4 بالمائة سنويا على التوالي.

9.2. السياسات الضريبية: يستخدم النفط وعاءا للضريبة في البلدان المستهلكة، ولهذا فإن ما تضيفه الحكومات على سعر النفط الخام يقلل من نجاعة ارتفاع أو انخفاض سعر النفط الخام في الطلب، لأن العبرة بسعر المشتري الأخير. أما الإعانات السعرية التي تقدمها بعض الدول للمنتجات النفطية فقد واجهت في السنوات الأخيرة ضغوطات لرفعها. وخاصة من المؤسسات المالية الدولية.

ثانيا: عرض الطاقة

1. مفهوم عرض الطاقة (العرض النفطي):

يقصد بعرض النفط الكميات المتاحة من السلعة النفطية في السوق الدولية بسعر معين وخلال فترة زمنية محدودة، وذلك بغية تلبية احتياجات المستهلكين عند الأسعار السائدة في السوق، ويتمثل العرض النفطي في كل من النفط المنتج كما قد يضاف له جزء من الاحتياطي استعدادا لمواجهة أي زيادة غير متوقعة في الطلب، كما أن طبيعة النفط تجعل إنتاجه وعرضه في المدى القصير محدود. وذلك نظير عديد الصعوبات والعقبات من أهمها: (الدوري، 1983، ص. 115)

- صعوبات فنية متعلقة بالطاقة القصوى للإنتاج والتخزين والنقل؛
- صعوبات اقتصادية متعلقة بنقص الاستثمارات النفطية في المدى القصير؛
- محاولة الإبقاء على مستوى العرض النفطي السائد في تلك الفترة بغية الإبقاء على استقرار الأسعار.

إن مصادر الطاقة الحالية كافية للوفاء بالطلب المتزايد خلال العقود الثلاثة القادمة، وبالرغم من ذلك ستحدث تغيرات عميقة على الموقع الجغرافي للقدرة الإنتاجية الإضافية، فبعد التنويع المكثف في سبعينات وثمانينات القرن الماضي.

سوف يتحقق تركيز جديد للإمدادات في مناطق قليلة من العالم مثل روسيا والشرق الأوسط ومنطقة بحر قزوين وغرب إفريقيا. ويعتبر سوق الطاقة العالمي سوقا احتكاريا سواء من جانب الدول المالكة أو من طرف الشركات القابضة، والتي تتكتل في أشكال العديد من المنظمات والهيئات العالمية، نذكر منها:

1.1. منظمة الأوبك العالمية: لاشك أن منظمة الدول المصدرة للبترول والمعروفة بالأوبك OPEC والتي تكونت في شهر سبتمبر من العام 1960 من 12 دولة من الدول الرئيسية المصدرة للبترول، و قد حققت نجاحا كبيرا منذ أدركت قوتها الاحتكارية العام 1973، واستطاعت أن ترفع سعر البترول خلال عشر سنوات بمعدل 100% كل سنة تقريبا (من سعر سنة الأساس)، ومن الناحية الاقتصادية يطلق على هذه المنظمة اسم كارتل Cartel وهو لفظ يطلق على مجموعة المنتجين المحتكرين لإنتاج سلعة معينة عندما ينسقون سياستهم البيعية والسعرية بحيث يمنعون المنافسة بينهم ويعظمون الأرباح الكلية لمجموعة الأعضاء.

2.1. وكالة الطاقة الدولية: أنشأت منظمة الطاقة الدولية (*International Energy Agency*) العام 1974 كرد فعل لسيطرة دول الأوبك على سوق البترول بشكل فعال في الفترة بين عامي 1970 و1974، وتتكون المنظمة حاليا من 30 دولة من الدول الصناعية المستهلكة للبترول، بالإضافة إلى 8 دول مشاركة من البلدان الناشئة كالصين والهند والبرازيل. وتركز المنظمة منذ نشأتها على ترشيد استهلاك الطاقة بهدف تخفيض الطلب على البترول وتقليل استراده وتشجيع مصادر الطاقة البديلة، ومراجعة سياسات الطاقة في الدول الأعضاء من خلال العمل على إحلال مصادر الطاقة البديلة محل البترول والبحث عن البترول في مناطق خارج أراضي الدول الأعضاء في الأوبك، وزيادة المخزون الاستراتيجي من النفط لدى كل دولة عضو بحيث يعادل 90 يوما من الواردات البترولية الخاصة بكل دولة. وفي العام 1977 أقرت دول منظمة الطاقة الدولية هدفا محددا يقضي بتخفيض الطلب على البترول من دول الأوبك عن طريق الاكتشافات البترولية الجديدة فضلا عن عمليات التخزين التي تقوم بها الدول.

2. محددات عرض النفط:

هنالك عديد العوامل التي تتحكم في تحديد المعروض النفطي، نذكر من أهمها: (إبريهي علي، 2016، ص ص. 5-8)

1.2. الاحتياطات النفطية: تعتبر الاحتياطات القيد الأول المحدد للعرض، وينصرف مفهوم الاحتياطات إلى النفط القابل للاستخراج اقتصاديا. ومع تطور المعرفة الجيولوجية ووسائل الاستكشاف والتنقيب يجري تحديث بيانات النفط الأصلي في التراكيب الجيولوجية التي تحتويه، ويسمى النفط في المكان. كما أن تكنولوجيا تطوير الحقول وعمليات الاستخراج ذاتها مع الخصائص الجيولوجية للمكان النفطي كلها تحدد التكاليف، وعند المقارنة مع الأسعار السائدة والمتوقعة يتخذ قرار التطوير والاستخراج. وبذلك يتداخل سعر النفط إلى جانب التكاليف في

تعيين مقادير الاحتياطات النفطية في دولة ما وفي العالم.

2.2. التكاليف: كانت التكاليف في الماضي من المتغيرات الفاعلة في تحديد حجم الاحتياطات، وهنا تعامل التكاليف ضمن متغيرات دالة العرض، فيقال يرتبط العرض طرديا مع السعر مع ثبات أثر العوامل الأخرى، وأهمها التكاليف، وهي المسؤولة عن التحولات في دالة العرض. يتم التمييز هنا بين التكاليف الكلية ومن ضمنها كافة النفقات الرأسمالية للتطوير وما يصيب البرميل المنتج منها إضافة إلى تكاليف التشغيل، والتكاليف الحدية في الأجل القصير. تمثل هذه الأخيرة التكلفة المتغيرة لإنتاج برميل إضافي في الحقول المنتجة. وبهذا المعنى فإن التكاليف الرأسمالية ثابتة، قد تحققت بغض النظر عن قرار الإنتاج الآن وفي المستقبل، وأغلب تكاليف التشغيل متغيرة وتتضمن بعض التكاليف الثابتة في الأجل القصير بسبب التزامات تعاقدية، أو لأنها ترتبط بالتشغيل وليس بحجم الإنتاج بالذات.

3.2. سعر النفط: حيث يرتبط بعلاقة طردية مع العرض في الأجلين القصير والطويل، لأن ارتفاع السعر يسمح بإنتاج النفوط ذات التكلفة الأعلى، والتي لم تكن تنتج سابقا.

4.2. الضرائب السيادية: إذ عادة ما تفرض الحكومات ضرائبا تتناسب مع الريع في البرميل المنتج، وأن معدلات هذه الضرائب لها دور في زيادة أو تقليص الإنتاج. وقد لا يكون الهدف من هذه الضرائب ماليا بل أحيانا له علاقة بحماية البيئة والحفاظ على الموارد ذاتها.

5.2. وفرة البناء التحتي: إذ أن طاقة البناء التحتي للاستخراج النفطي تحدد إمكانية التوسع في الاستخراج، ويدخل في هذا الإطار شبكات النقل والتخزين والتصدير، وتوفير المياه اللازمة لعمليات الاستخراج، وغيرها من التسهيلات الضرورية في النطاق الجغرافي للاستخراج.

بصفة عامة يعتمد عرض النفط على كلفة البرميل وسعر النفط، ويتحدد الإنتاج عند التساوي بين السعر والكلفة الحدية، أي كلفة البرميل الأخير. وتعتمد التكلفة بدورها على حجم الإنتاج ومتغيرات أخرى منها الأجور وأسعار مدخلات الإنتاج التشغيلية ومتغيرات أخرى مثل التكنولوجيا.

تعتمد تكلفة البرميل على حجم الإنتاج لسبب جوهري، وهو محدودية الطاقة الإنتاجية الفائضة، ومع زيادة الإنتاج بعد حد معين تتزايد التكاليف. بافتراض ثبات الأجور وأسعار مدخلات الإنتاج التشغيلية والتكنولوجية في الأمد القصير، لا يبقى في المنظومة سوى سعر المنتج الذي يؤثر على العرض طرديا. فعندما ينخفض السعر يفترض أن يتوقف الإنتاج في الحقول التي تتجاوز فيها تكلفة البرميل الحدية السعر الجديد. لكن المقصود بالتكلفة هنا التشغيلية وليست الكلية، لأن التكلفة الرأسمالية تصبح ماضية ويتحملها المنتج في كل الأحوال، سواء استمر في الإنتاج أم توقف، ولذلك يتعلق قرار الاستمرار في الإنتاج على المقارنة بين السعر والتكلفة التشغيلية في الحقول

المنتجة. ويقارن بين السعر ووالتكلفة الكلية للبرميل في الاستثمار لتطوير حقول جديدة. وتفيد أحدث الإحصائيات أن التكلفة الكلية للبرميل تتفاوت من 8.5 دولار للبرميل في الكويت، و9.9 دولار للبرميل في السعودية، و10.7 دولار للبرميل في العراق، وتصل إلى 52.5 دولار للبرميل في بريطانيا...

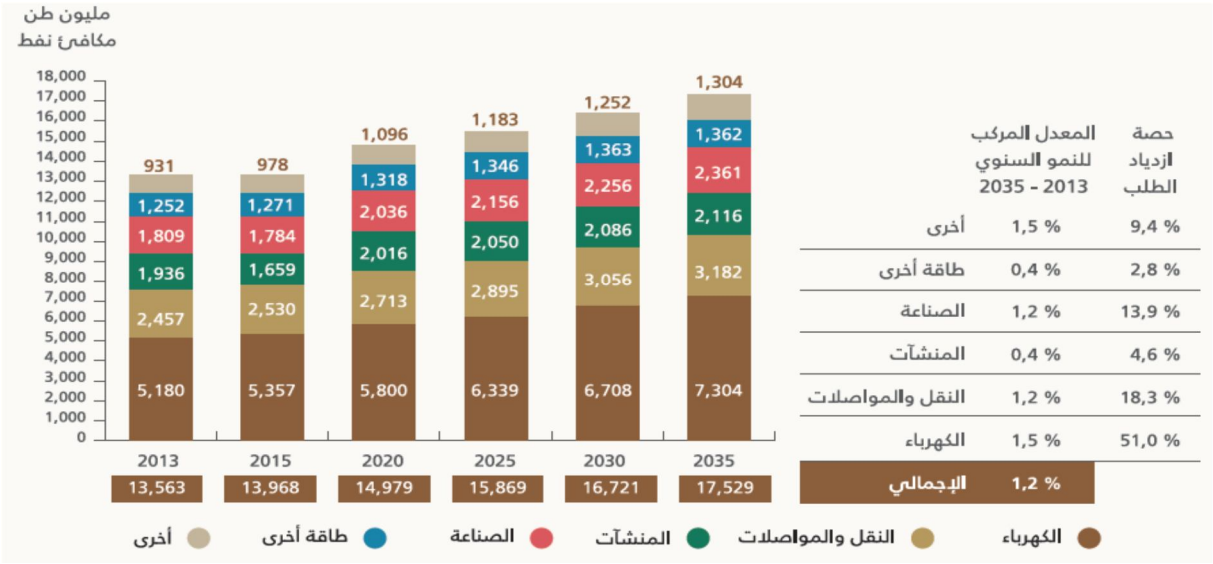
توجد علاقة كذلك بين مرونة العرض السعرية المنخفضة والخاصية الريعية للإيراد النفطي، والمتأتية من ثقل الريع في فائض العمليات بخلاف الصناعات التحويلية والقطاعات الأخرى. أي أن سعر النفط يتوجب أن يغطي المستلزمات واهتلاك وسائل الإنتاج الثابتة وتعويضات المشتغلين، والعوائد الاعتيادية على رأس المال المستثمر، ويبقى جزء منه كبير هو الريع. ويتغير الأخير بتغير السعر، وبذلك يقلل مرونة العرض، لأنه ينخفض عوضا عن انخفاض الإنتاج.

طالما أن المورد النفطي ناضب فمن المتوقع أن يزداد سعره مع الزمن في الاتجاه العام لأن الندرة تتناسب طرديا مع الاستنزاف، ولأن المالك يستطيع المفاضلة بين الاحتفاظ به في مكانه أو استخراجه واستثمار القيمة في فرص بديلة. وهو ما يعرف بنظرية هوتلينج. إلى جانب عامل الندرة هنالك عنصر التكلفة وهو مرتبط بالندرة أيضا. إذ مع الاستنزاف يجري تطوير حقول أصعب جيولوجيا فترتفع التكاليف، ولأن السعر لابد أن يغطي التكلفة في البئر الحدي تتأكد الصلة بين دالة العرض والتكاليف، رغم أنها معقدة، ليكون مسار السعر التوازني في الأجل الطويل أعلى من سعر الفائدة الحقيقي. ومع التوسع لشمول تراكيب جيولوجية ذات تكاليف أعلى تظهر أهمية الريع التفاضلي الريكاردي لصالح المنتجين في الحقول ذات المزايا. بالرغم من الاتجاهات العامة للسعر في الأجل الطويل، إلا أن الاكتشافات الجديدة والتغيرات في التكنولوجيا هي عوامل يمكن أن تسهم في تقلبات حادة في الأسعار حول الاتجاه العام في الأجل الطويل.

ثالثا: تشخيص العرض والطلب على الطاقة عالميا

يتوقع أن يزيد الطلب العالمي على الطاقة بمعدل مركب للنمو السنوي قدره 1.2% حتى العام 2035 مدفوعا في المقام الأول بالنمو الاقتصادي والسكاني وتحسن مستويات المعيشة. وفي الغالب سيرتكز هذا النمو في الدول خارج منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD). إضافة إلى ما سبق، يتوقع أن يستمر قطاع الكهرباء في نموه الهائل، حيث ستصل حصته إلى 51% من الطلب الإضافي على الطاقة في المستقبل على مدار العقدين القادمين. (منتدى الرياض الاقتصادي، 2015، ص. 25)

الشكل رقم 3: الطلب العالمي على الطاقة حسب القطاع



المصدر: (منتدى الرياض الاقتصادي، 2015، ص 25)

الجدول رقم 1: الطلب العالمي على النفط خلال الفترة 2019-2021 (مليون برميل يوميا)

المناطق	2019	2020	2021
الدول العربية	**7.2**	**6.6**	**7.0**
الدول الأعضاء في منظمة أوابك	6.1	5.6	5.9
الدول العربية الأخرى	1.1	1.0	1.1
منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	**47.7**	**42.0**	**44.5**
الأمريكيتين	25.7	22.4	24.2
أوروبا	14.3	12.4	13.0
آسيا والمحيط الهادي	7.8	7.1	7.4
خارج منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	**52.4**	**49.0**	**52.1**
الشرق الأوسط ودول آسيوية أخرى	22.2	20.2	21.5
إفريقيا	4.4	4.1	4.3
أمريكا اللاتينية	6.6	6.0	6.3
الصين	13.5	13.5	14.5
أوروآسيا	4.5	4.5	4.8
دول أوروبا الأخرى	0.8	0.7	0.8
العالم	**100.1**	**91.0**	**96.6**

المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، النشرة الشهرية حول التطورات البترولية في الأسواق العالمية، جانفي، 2022، ص. 11.

فيما يخص إمدادات الطاقة يتوقع أن يتجه العالم نحو مزيج من الطاقة أكثر تنوعا، مع استحواذ الطاقات البديلة والمتجددة على حصة أكبر من هذا المزيج، وعلى نحو مستمر ومتزايد. في هذا الإطار، ستنمو الطاقات المتجددة بمعدل مركب للنمو السنوي يصل إلى 7.2% حتى العام 2035، حيث ستتركز أعلى معدلات نشر الطاقات المتجددة في منطقتي آسيا وأستراليا، كما سيقدر معدل نمو الطاقة النووية بمعدل مركب للنمو السنوي قدره 2.5% حتى العام 2035. **(منتدى الرياض الاقتصادي، 2015، ص. 26)**

الجدول رقم 2 : العرض العالمي للنفط وسوائل العاز الطبيعي خلال الفترة 2019-2021 (مليون برميل يوميا)

المناطق	2019	2020	2021
الدول العربية	**27.8**	**25.1**	**25.6**
الدول الأعضاء في منظمة أوابك	26.5	23.9	24.5
الدول العربية الأخرى	1.3	1.2	1.1
الأوبك	**34.6**	**30.7**	**31.5**
النفط الخام	29.3	25.7	26.3
سوائل الغاز الطبيعي والنفوط غير التقليدية	5.2	5.1	5.1
منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	**30.0**	**29.1**	**29.5**
الأمريكيتين	25.8	24.7	25.2
أوروبا	3.7	3.9	3.8
آسيا والمحيط الهادي	0.5	0.5	0.5
خارج منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية	**33.3**	**31.7**	**33.9**
الشرق الأوسط ودول آسيوية أخرى	6.7	6.5	6.4
إفريقيا	1.5	1.4	1.3
أمريكا اللاتينية	6.1	6.0	6.0
الصين	4.0	4.2	4.3
أوروآسيا	14.7	13.5	13.7
دول أوروبا الأخرى	0.1	0.1	0.1
عوائد التكرير	2.3	2.2	2.3
العالم	**100.1**	**93.7**	**95.1**

المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، النشرة الشهرية حول التطورات البترولية في الأسواق العالمية، جانفي، 2022، ص. 12.

رابعا: تسعير النفط

1. أنواع أسعار النفط:

يعرف سعر النفط على أنه القيمة النقدية لبرميل النفط حسب المقياس الأمريكي المساوي لما يعادل 42 غالون معبرا عنه بالدولار الأمريكي، إلا أن تسعير النفط يتعدد وله أنواع مختلفة هي: (الرومي، 2000، ص ص. 18-24)

1.1. السعر الرسمي: يسمى كذلك السعر المعلن، وظهر هذا النوع من الأسعار أول مرة العام 1880 من قبل شركة روكفيلر المطلق، حيث كانت هذه الشركة تحتكر السوق النفطية بصفة مطلقة في الولايات المتحدة الأمريكية، وبالتالي كانت تحدد الأسعار دون أن يكون للعرض والطلب دور في ذلك.

2.1. السعر المتحقق: يمثل هذا السعر فارق الحسيمات والخصيمات من السعر الرسمي، أي هو عبارة عن السعر الصافي للبرميل بعد تخفيض نسبة معينة من السعر الرسمي، نتيجة بعض المشاكل المتعلقة بنوعية النفط. تتمثل هذه التخفيضات فيما يلي:

- **حسيمات الموقع الجغرافي**: تخص هذه الحسيمات الدول النفطية التي لا تتمتع بموقع جغرافي يسمح بتصدير نفطها الخام بشكل مباشر إلى الأسواق النفطية.
- **حسيمات المحتوى الكبريتي**: تمنح هذه الحسيمات كمقابل للنفوط ذات المحتوى الكبريتي المرتفع، والتي تحوي مستويات عالية من الشوائب.
- **حسيمات درجة الكثافة**: تمنح هذه الحسيمات على حسب درجة الكثافة النوعية للنفط، حيث تمنح نسب عالية منها لمشتري النفط الثقيل ونسبة منخفضة لمشتري النفط الخفيف.
- **حسيمات قناة السويس**: تخص هذه الحسيمات الدول التي تصدر نفطها للأسواق النفطية دون العبور على قناة السويس.

3.1. سعر التكلفة الضريبية: يمثل هذا السعر تكلفة الإنتاج مضافا لها العوائد الحكومية المتمثلة في الضريبة والريع، أي أن السعر في هذه الحالة يمثل التكلفة الحقيقية التي تدفعها الشركات نظير حصولها على النفط الخام.

4.1. سعر الإشارة: يأخذ هذا النوع من السعر اتجاهية أساسيين هما:

- سعر الإشارة الذي يقل عن السعر المعلن ويزيد عن السعر المتحقق، أي أنه يمثل النقطة الوسطى بين السعرين، ويمكن التوصل إلى هذا السعر من خلال الاتفاق ما بين الشركة المنتجة للنفط والدولة المستوردة.

- سعر الإشارة كمتوسط سلة من أنواع النفوط المتقاربة من حيث درجة الكثافة النوعية، أو المتباعدة من حيث الموقع الجغرافي، حيث تشكل هذه الأخيرة مؤشرا لتسعير مجموعة من النفوط بحسب القرب أو البعد من نفط الإشارة.

5.1. السعر الفوري: هو سعر الوحدة البترولية المتبادلة آنيا أو فوريا في السوق النفطية الحرة، ويجسد هذا السعر قيمة السلعة النفطية نقديا في السوق بين العارضين والمشترين بصورة آنية.

6.1. السعر الحقيقي: يمثل القيمة الحقيقية للسعر الاسمي، بمعنى هو السعر الاسمي مطروحا منه نسبة التضخم والتغير في القدرة الشرائية للعملات الرئيسية المتداولة.

7.1. السعر الاسمي: يعني القيمة النقدية لبرميل النفط الخام معبرا عنه بالدولار الأمريكي.

8.1. الأسعار الآجلة: هي عبارة عن الأسعار النفطية التي يتم بموجبها التعاقد الآن على كميات من النفط الخام، على أن يتم تسليمها في فترة مستقبلية محددة.

2. العوامل المحددة لسعر النفط:

تعتبر أسعار الطاقة وبالخصوص أسعار النفط من أهم الأسعار الدولية للسلع التجارية، حيث تراقب هذه الأسعار جميع دول العالم ومؤسساته الاقتصادية سواء في الدول المنتجة أو المستهلكة. عليه، تتحدد أسعار النفط وفقا لمجموعة من العناصر الأساسية المكونة للسوق النفطي، أي أن السعر يتحدد في الغالب نتيجة للتفاعل بين قوة عرض وطلب هذه السلعة الأساسية، وهذا ما يسمى اقتصاديا بحالة التوازن Equilibruim State Marketprice.(جليل و بودربالة، 2015-2016، ص. 24)

بصفة عامة أجمع اقتصاديي الطاقة وخبراء النفط والأسواق النفطية العالمية، على مجموعة من العوامل التي تؤثر في مستويات أسعار براميل النفط الخام على المستوى الدولي، نذكر من أهمها: (وحيد، 2012-2013، ص ص. 111-113)

1.2. العرض: تعتمد الكميات المعروضة من النفط بالدرجة الأولى على حجم الاحتياطات النفطية المؤكدة ومدى تطورها سواء في الدول الرئيسية المنتجة أو الدول الأخرى، كما أن الكميات المعروضة تخضع لمدى اكتشاف المزيد من الاحتياطات النفطية، وكميات استخراج النفط من هذه الاحتياطات، حيث تتوقف هذه الأخيرة على مدى تطور العلاقات الإنتاجية " فكل اكتشاف كبير لاحتياطي جديد وزيادة في الطاقة الإنتاجية والتصديرية أو تعطلها لأي سبب يؤثر على الكميات المعروضة من النفط، وبالتالي على الأسعار المحددة ".

2.2. الطلب: إن التوقعات المستقبلية لتطور السوق النفطية العالمية، تعتبر من أهم العوامل التي تساهم في ارتفاع أو انخفاض الأسعار في العالم. حيث أن توسع الصناعة العالمية المعتمدة على الطاقة النفطية كما هي، أو لتوليد

الطاقات الأخرى منها (الطاقة النفطية)، إضافة إلى زيادة عدد وسائل النقل بمختلف أنواعها في العالم، يؤدي إلى زيادة الطلب العالمي على النفط، وبالتالي ترتفع أسعاره، كما أن الزيادة في الطلب العالمي على النفط تكون نتيجة النمو المتحقق في الاقتصاد العالمي.

3.2. الموقع الجغرافي: يؤثر الموقع الجغرافي لمنافذ التصدير تأثيرا بالغا في أسعار براميل النفط، حيث أنه كلما قربت منافذ التصدير من نقاط الاستلام كانت أجور الشحن أقل، مما يؤدي إلى انخفاض تكاليف النقل ومنه تنخفض أسعار براميل النفط، وهذا ما جعل بعض منافذ التصدير مثل قناة السويس ومضيق هرمز ومضيق جبل طارق وباب المندب... وغيرها، منافذ متميزة بالنسبة للدول المستهلكة الكبرى، إلا أن هذه المواقع انقلبت في أوقات الأزمات والحروب إلى نقمة على الدول المستهلكة، حيث تستخدمها الدول المصدرة للنفط كسلاح مثلما تهدد به إيران حاليا في حالة تعرض مصالحها أو تعرضها لأي اعتداء، فستقوم بغلق مضيق هرمز الذي يعبره حوالي 17 مليون برميل يوميا من النفط المنتج في الشرق الأوسط.

4.2. المخزون النفطي: إن توفر المخزون من النفط الخام ومشتقاته لدى الدول المستهلكة وبالشكل الكافي في مختلف مناطق العالم، يؤدي إلى تغطية الزيادة في احتياجات الدول المستهلكة، ومنه يساهم هذا المخزون في الحفاظ على مستويات أسعار براميل النفط.

5.2. التغيرات الموسمية: إن التغيرات الموسمية الاعتيادية مثل التحول من فصل الصيف إلى فصل الشتاء لها تأثير قليل على أسعار النفط لأنها تدخل عادة في حساب الأسعار، ويؤدي أيضا هذا التحول الفصلي الموسمي إلى زيادة الطلب على النفط حيث يرتفع الطلب دائما بمقدار 2 مليون برميل يوميا في فصل الشتاء وبالتالي ترتفع الأسعار، كما أن التقلبات المناخية غير المتوقعة تؤثر على الأسعار وبشكل مباشر، وخير مثال على ذلك الكوارث التي حدثت كتسونامي أندونيسيا وإعصار كاترينا في الولايات المتحدة الأمريكية.

6.2. البدائل المتاحة: كلما توفرت بدائل للطاقة النفطية كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح .... وغيرها، كلما أدى ذلك إلى التخفيف من وطأة أسعار النفط، لهذا نجد بأن الدول المتقدمة تسعى دائما إلى الإعلان عن اكتشافات جديدة في مجال الطاقة المتجددة، حتى وإن كانت هذه الاكتشافات غير صحيحة، وهذا لتوهم الدول المنتجة للثروة النفطية بقرب الاستغناء عن الطاقة النفطية، ومنه تنخفض أسعار النفط.

7.2. التقنيات المستعملة: إن استخدام التقنيات الحديثة في صناعة النفط الاستخراجية منها والتحويلية تؤدي إلى تحسين نمط وأساليب العمليات النفطية بمختلف مراحلها، وهذا يؤدي بدوره إلى انخفاض تكاليف الإنتاج، وزيادة كفاءة استخلاص النفط من الحقول والمكامن النفطية، وهذا يؤدي إلى التأثير على مجمل أسعار براميل النفط.

8.2. السياسات المتبعة: إن الاستراتيجيات والسياسات المتبعة من طرف حكومات الدول المنتجة من جهة وحكومات الدول المستهلكة، إضافة إلى السياسات المنتهجة من طرف الشركات النفطية العالمية الكبرى، وشركات النفط الوطنية تلعب دورا مهما في تحديد أسعار براميل النفط.

9.2. الأوضاع الاقتصادية العالمية: يعتبر الوضع الاقتصادي والمالي العالمي من أهم المؤثرين في أسعار الثروة النفطية، فعندما يسجل النمو الاقتصادي العالمي معدلات نمو مرتفعة تنتعش القطاعات الاقتصادية، ويزيد الطلب على النفط، ومن ثم ترتفع أسعار براميل النفط في الأسواق الدولية، والعكس صحيح في حالة تراجع معدلات النمو الاقتصادي سوف تحدث أزمة مالية ويؤدي هذا إلى تراجع القطاعات الاقتصادية المختلفة، وبالتالي سينخفض الطلب العالمي على النفط، ومن ثم تنخفض أسعار النفط، وخير مثال على هذا هو الأزمة المالية العالمية 2008، والتي تراجعت خلالها أسعار النفط.

10.2. العوامل البيئية: تعتبر العوامل البيئية من العوامل المهمة ذات التأثير البالغ على أسعار النفط، فالتأثيرات البيئية لصناعة النفط واستخداماته على البيئة دفعت إلى إعاقة الكثير من المشاريع التي كانت ستضيف طاقات جديدة لإنتاج النفط أو بدائله، وهذا ما أدى إلى بقاء أسعار النفط عالية ومتصاعدة.

11.2. الحروب والصراعات الإقليمية: تأثر الحروب والصراعات الإقليمية بشكل كبير على أسعار النفط، ففي الحروب يزيد الطلب على النفط بشكل كبير قصد تمويل العمليات العسكرية، وهذا يؤدي إلى ارتفاع أسعار النفط، إضافة إلى أنه وخلال الحروب التي تكون أغلبها دائرة في مناطق إنتاج النفط تتوقف عمليات استخراج النفط، مما يؤدي إلى انخفاض حجم العرض، وهذا يؤدي أيضا إلى ارتفاع الأسعار، مثلما حدث في حرب الخليج الأولى والثانية، والحرب في ليبيا وأفغانستان....

3. تحديد السعر وفق قانون العرض والطلب:

يتحدد سعر النفط في المدى القصير بتوازن كل من قوى العرض والطلب على النفط في السوق العالمية، أما في المدى المتوسط والطويل فالآليات التي تحدد السعر تتعلق بمدى استجابة العرض والطلب النفطي للتغير في السعر، حيث أنه كلما طالت الفترة تحصل تغيرات على السعر، كما أنه يمكن لصحة التنبؤات حول هذه التغيرات أن تسرع من استجابة المنتجين والمستهلكين في السوق النفطية.

يتحدد سعر النفط في المدى القصير بتوافق كل من العرض والطلب على النفط، حيث لا تكون هناك استجابة لعرض النفط مع الطلب عليه للتغير في السعر، حيث أن جزء ثابتا من السعر يتمثل في تكاليف الإنتاج والنقل والتوزيع وبعض الضرائب، وبهذا فسعر النفط العالمي يتحدد مقارنة بأسعار أكثر الخامات النفطية تكلفة وهو خام برنت وخام غرب تكساس، وفي المدى القصير يكون الطلب على النفط متأثرا بالنشاط الاقتصادي ومخزون النفط

وعامل المناخ، أما عرض النفط فلا يتأثر بالسعر لأن حجم الإنتاج يكون مرتبطا بقرارات الدولة المنتجة، أما الشركات النفطية فتهتم بالمردودية ومن الصعب أن تقوم بتخفيض إنتاجها مع انخفاض الأسعار، حيث أنها تعمل على حث الدول المنتجة على ز يادة إنتاجها للإبقاء على مداخيلها، وكل هذه العوامل تؤكد قلة مرونة عرض النفط للتغير في السعر في المدى القصير مهما تغيرت الأسعار نتيجة لقلة مرونة العرض والطلب على النفط للتغير في السعر في المدى القصير أدت إلى تطبيق طرق جديدة في تسويق النفط من خلال العقود النفطية طويلة الأجل التي تتداول في البورصات النفطية.

ترتبط استجابة عرض النفط للتغير في السعر في المدى المتوسط والطويل الأجل بهوية المنتج (دولة، شركة نفطية)، حيث تتطلب زيادة العرض الرفع من وتيرة استغلال الآبار أو العمل على حفر آبار جديدة، وكل هذه الإجراءات تأخذ وقتا طويلا. أما فيما يخص تخفيض العرض، فيقابل ذلك عدة صعوبات كتقليص مداخيل الصادرات، وبالتالي الإضرار بميزان المدفوعات، ولذلك يعمد المنتجون على مواصلة الإنتاج وتخزينه. ومن جانب الطلب على النفط فإنه يكون من أجل تحويله إلى منتجات مكررة حتى يسهل استعماله في الحياة اليومية، ومنه فإن استجابة التغير للسعر من طرف المستهلكين تكون متأخرة وتأخذ بعض الوقت.

يكون التنبؤ بالسعر في المدى المتوسط والطويل صعبا ومعقدا نظرا لخضوعه لعوامل متشابكة ومتداخلة، كما أنه يتم بواسطة النماذج القياسية والتحليلات الفنية الأساسية، والتي تكون من خلال تقدير العلاقة بين هذه المتغيرات وبناء النماذج التي تشرح هذه العلاقة، وفي الأخير يتم إجراء محاكاة حول السيناريوهات المحتملة لتطور السعر وتأثيرها على السوق النفطية في المدى المتوسط والطويل الأجل. (جليل و بودربالة، 2015-2016، ص ص. 29-30)

4. مراحل تسعير النفط:

مر تسعير النفط الخام في الأسواق الدولية بمراحل مختلفة، استجابة للتغيرات الهيكلية الاقتصادية والسياسية، وتغير موازين القوى والتحولات الاقتصادية والسياسية العالمية، والتي غيرت هيكلة سوق النفط وسلسلة امداداته بشكل جذري. عليه، فإنه من الصعب التوصل إلى فهم كامل لنظام التسعير الحالي دون فهم أنظمة التسعير السابقة.

1.4. مرحلة الأسعار المعلنة:

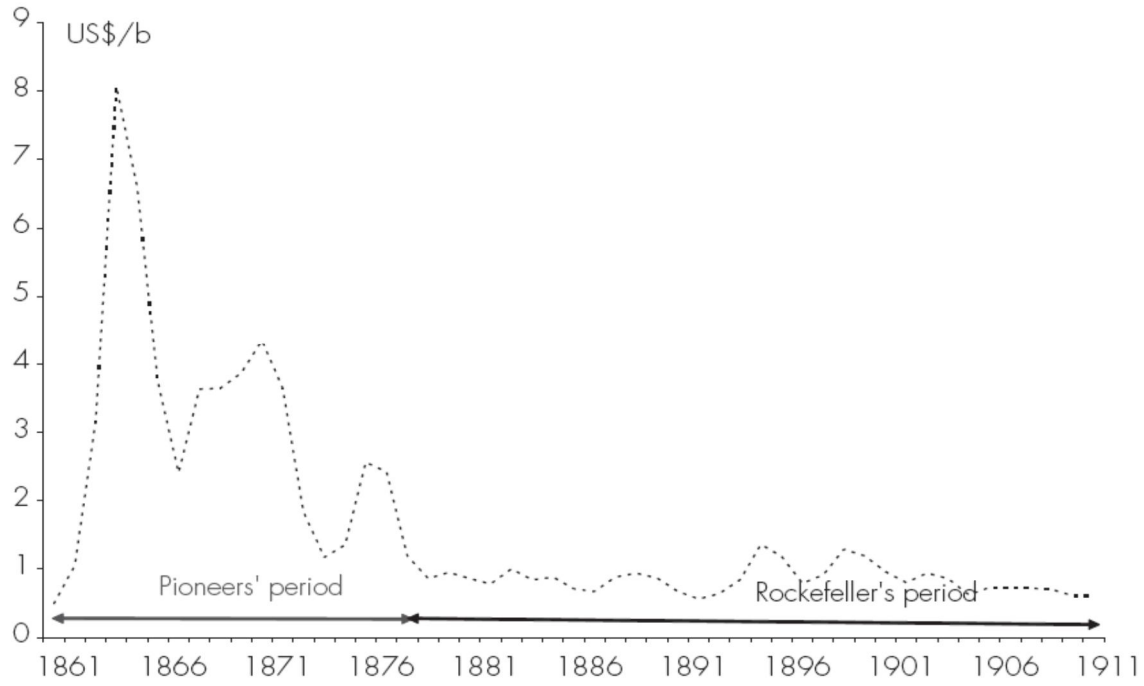
اعتمدت طريقة تسعير النفط الخام في مراحلها الأولى التي بدأت في الولايات المتحدة الأمريكية على أساس الأسعار المعلنة (Posted Price)، حيث تقوم الشركات التي تشتري النفط بإعلان أسعار هذه المادة عند فوهة البئر. أما السعر فظهر لأول مرة العام 1880 في الولايات المتحدة الأمريكية من قبل شركة Standard Oil التي كانت تحتكر شراء النفط من منتجيه المتعددين في السوق الأمريكية. وبتزايد اكتشاف واستغلال النفط، أصبحت شركات النفط تقوم بإعلان الأسعار في موانئ التصدير، ويمكن تقسيم هذه المرحلة إلى ثلاثة مراحل جزئية، هي:

1.1.4. مرحلة احتكار شركة لصناعة النفط (1880-1911):

انطلقت الصناعة النفطية في الولايات المتحدة الأمريكية العام 1859، في مدينة توتسفيل Titusville، ولاية بنسلفانيا Pennsylvania. عرفت الصناعة النفطية في البداية تنافسا شديدا، استمر حتى العام 1871 مع قيام شركة ستاندر أويل Standard Oil بالاستحواذ على المصافي في مدينة كليفلاند Cleveland، وأصبحت بذلك تسيطر على ربع طاقة تكرير النفط في الولايات المتحدة الأمريكية. وتميزت هذه الشركة بوضع استثنائي في التاريخ الاقتصادي، وهو الاحتكار المزدوج لكل من بيع وشراء النفط الخام. (فلاحي و بلقاسم، 2012، 309)

شهدت الصناعة النفطية خلال العقدين الأولين من القرن العشرين تغيرات جوهرية، نتيجة بروز منافسين جدد قاموا بالطعن في أعمال شركة ستاندر أويل في أواخر القرن التاسع عشر واتهامها باستعمال أساليب غير قانونية للقضاء على المنافسين، حيث قاموا باللجوء إلى القضاء الأمريكي الذي أصدر حكما يقضي بحل الشركة العام 1911. بعد تصفية أعمال شركة ستاندر أويل تحولت السوق الأمريكية من سوق يسيطر عليها مشتري محتكر واحد إلى سوق يتنافس فيها قلة من المشترين يقومون بإعلان الأسعار التي ينوون دفعها للمنتجين. لتفادي الإفراط في الإنتاج ضمن الظروف الجديدة، انتقلت مهام إدارة السوق من شركة ستاندر أويل إلى هيئة سكك حديد تكساس، التي كانت تحدد حصص وإنتاج الشركات للحفاظ على الأسعار. (رجب، 2012، ص. 11)

الشكل رقم 4: أسعار النفط المعلنة بالدولار الأمريكي لبرميل النفط الخام خلال الفترة 1861-1911



Source: François Lescaroux, «The petroleum market: The ongoing oil price «shock» and the next «counter-shock»», International Economics 121 (2010), p. 102.

2.1.4. مرحلة تدويل الصناعة النفطية وهيمنة شركات النفط عليها (1911-1960):

شهدت بداية القرن العشرين تزايد الطلب على النفط من قبل الدول الصناعية الكبرى، الأمر الذي حفز إلى تزايد اكتشاف وإنتاج النفط في مناطق أخرى من العالم. أدي هذا إلى تدويل الصناعة النفطية، حيث تميزت هذه الفترة بهيمنة الشركات النفطية الكبيرة (Standard oil of New York, Standard oil of California, Standard oil of new Jersey, Texaco, Royal Dutch Shell, Gulf oil, Anglo-Persian oil Company) على صناعة النفط في العالم. (فلاحي وبلقاسم، 2017، ص. 66)

تركز نشاط هذه الشركات أساسا في منطقة الشرط الأوسط، وقد كانت القرارات الخاصة بتسعير النفط المنتج في دول الشرق الأوسط تقع حصرا بأيدي الشركات وفقا لشروط اتفاقيات الامتيازات بينما تكتفي الدول المضيفة باستلام مبالغ من الأموال مقابل ثرواتها المستنزفة. تميزت الشركات النفطية الناشطة في المنطقة بالتكامل العمودي، بحيث تسيطر على جميع مراحل الصناعة النفطية من استكشاف وتطوير وإنتاج ونقل وتكرير وتوزيع المنتجات النفطية. تمكنت هذه الشركات من المحافظة على قوتها الاحتكارية والسيطرة على إمدادات النفط في السوق الدولية، من خلال تنسيق سياساتها الإنتاجية والسعرية والعمل من خلال شركات مشتركة تعمل في مختلف الدول. عليه، لم يكن هنالك سوق أو سعر حقيقي للنفط، حيث كان النفط يتحرك داخل منظومة متكاملة من شركات فرعية تابعة للشركات الكبرى. يتضح مما سبق أنه لم تكن هناك أسعار معلنة للنفط في الشرق الأوسط لغاية العام 1950، واقتصرت أهميتها فقط على أغراض الجمارك والضرائب وحسابات الصفقات فيما بين الشركات النفطية العالمية نفسها، أي أسعار تحويلية (Transfer Prices)، والتي كان لها الشبه القليل بالسعر الاقتصادي الاعتيادي. (رجب، 2012، ص. 12)

كانت النفوط المنتجة في الشرق الأوسط تسعر في مراحلها الأولى كما لو كانت منتجة في منطقة خليج المكسيك في الولايات المتحدة مضافا إليها تكلفة الشحن من خليج المكسيك إلى منطقة الاستيراد، وفق نظام تسعير إسمي بنظام نقطة الأساس الأحادي (The Single Basing Point Pricing System). يبقى أصل نظام التسعير المبني على نقطة الأساس الأحادي، لكن البعض يرجعه أنه كان من ضمن التفاهمات التي تم الاتفاق عليها ضمن اتفاقية آكناكري (Achnacarry) للعام 1928، الذي اتفقت بموجبها شركات النفط الكبرى على تقاسم أسواق النفط العالمية خارج الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفياتي بهدف الحد من تنافس الأسعار. (رجب، 2012، ص. 13)

3.1.4. مرحلة تراجع قوة الشركات النفطية وظهور منظمة الأوبك (1960-1971):

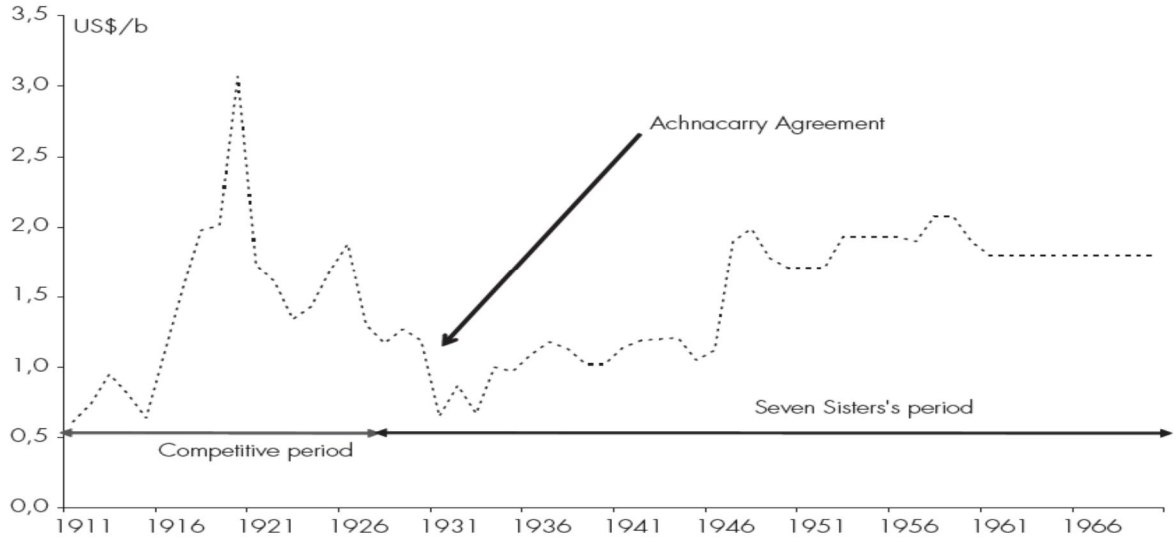
تعتبر التخفيضات التي أقرتها الشركات النفطية على الأسعار المعلنة خلال خمسينات القرن العشرين، أحد أهم العوامل التي دفعت بالدول المنتجة للنفط للوصول إلى اتفاق يسعى إلى المحافظة على استقرار أسعار نفوطها وعوائدها. ونتيجة لذلك اجتمعت خمسة بلدان منتجة للنفط ببغداد يوم 10 سبتمبر 1960، وهي: إيران،

العراق، الكويت، المملكة العربية السعودية وفنزويلا، وقررت تأسيس منظمة الأوبك (Organization of Petroleum Exporting Countries, OPEC) بوصفها منظمة حكومية دولية دائمة. هدفت المنظمة إلى تحقيق الاستقرار في أسعار النفط من أجل القضاء على التقلبات الحادة، وبالتالي تأمين وضمان مداخيل نفطية مستقرة للدول المنتجة، وضمان إمدادات فعالة ومنتظمة للدول المستهلكة. (فلاحي وبلقاسم، 2017، ص. 68)

انشغلت المنظمة خلال العقد الأول من عمرها في تثبيت كيانها وتطوير بنيتها، ولم تناقش قضية التسعير والأسعار بشكل مباشر في مفاوضاتها مع الشركات النفطية، بل ناقشت جوانب أخرى نتج عنها في النهاية تحسن في عوائدها النفطية. بالرغم من عدم قدرتها على استعادة مستويات الأسعار المعلنة خلال الفترة 1960-1971، إلا أن مجرد قيامها شكل عاملا لمنع الشركات من إجراء تخفيضات سعرية أخرى، الأمر الذي نتج عنه استقرار في الأسعار خلال هذه الفترة. (رجب، 2012، ص. 18)

توصلت المنظمة كذلك إلى عقد اتفاقيات مع الشركات النفطية سمحت بزيادة عائداتها النفطية، من أبرزها اتفاقية تنفيق الريع (Expensing Royalties) العام 1964، والتي تم بموجبها تعديل احتساب عوائد الدولة الضريبية وزيادتها باعتبار فقرة الريع بمثابة تكاليف يجب اقتطاعها قبل إجراء واحتساب الأرباح وتوزيعها. بالإضافة إلى هذه الاتفاقية، كانت هناك اتفاقيات أخرى تعلقت أساسا بعمولة التسويق التي كانت تستحوذ عليها الشركات النفطية والخصومات التي كانت تمنح للمشترين. شكلت هذه الاتفاقيات بداية لتغير موازين القوى لصالح الدول العارضة والمنتجة للنفط، وإضعافا لموقف الشركات النفطية، وأصبح مفهوم السعر المعلن ذات طابع مالي مطلق. (رجب، 2012، ص. 18)

الشكل رقم 5: أسعار النفط المعلنة بالدولار الأمريكي لبرميل النفط الخام خلال الفترة 1911-1970



Source: François Lescaroux, «The petroleum market: The ongoing oil price «shock» and the next «counter-shock»», International Economics 121 (2010), p. 103.

2.4. مرحلة الأسعار الرسمية:

اتجهت عائدات الدول المنتجة للنفط إلى الارتفاع التدريجي خلال الفترة 1971-1973، نتاج المفاوضات التي قامت بها الدول الأعضاء في منظمة الأوبك، والتي أسفرت عن عقد مؤتمر كراكس وتوقيع اتفاقيتا طهران وطرابلس العام 1971، والتي اتفقت من خلالها منظمة الأوبك إلى إجراء زيادة في الأسعار المعلنة وإلغاء الخصومات الممنوحة للشركات النفطية. (فلاحي و بلقاسم، 2012، 311)

شهدت السوق النفطية تغيرات جذرية في موازين القوى داخلها مع حلول العام 1973، بعد قيام الدول العربية باستخدام الحظر النفطي كسلاح سياسي لمعاقبة الدول المساندة لإسرائيل. عليه، تم استحداث طريقة تسعير جديدة سميت أسعار البيع الرسمية (Official Selling Price, OSP) أو أسعار البيع الحكومية (Government Selling Price, GSP). وفقا لنظام التسعير الرسمي، يتم تحديد السعر من قبل منظمة الأوبك للنفط الخام (العربي الخفيف)، وهو ما يعرف بنفط الإشارة، كأساس لتحديد أسعار الخامات الأخرى، مع الأخذ بعين الاعتبار خصائص النفط المسعر من ناحية النوعية، الكثافة، والموقع الجغرافي. يمكن تقسيم هذه المرحلة بدورها إلى فترتين أساسيتين: مرحلة الاحتكار التام لتسعير النفط الخام من قبل منظمة الأوبك، ومرحلة تراجع قوة الأوبك وانهيار نظام الأسعار الرسمية. (فلاحي وبلقاسم، 2017، ص ص. 70-71)

قررت دول الأوبك، في اجتماع لها نهاية العام 1973، زيادة سعر نفط الإشارة إلى 11.651 دولار للبرميل، ابتداء من العام 1974، وهو ما عرف في ذلك الوقت بالصدمة النفطية الأولى، حيث انتقل قرار التسعير إلى المنظمة بعد أن كان طوال عقود حكرا على الشركات النفطية متعددة الجنسيات. أدت هذه التطورات إلى تغيرات هيكلية في صناعة النفط العالمية، حيث تولت الدول المنتجة مهمة تحديد الأسعار، كما تزايد دورها في العمليات الإنتاجية وتحديد الكميات المعروضة وفقا لقرارات التأميم والمشاركات التي أقرتها تلك الدول، بدلا من الشركات النفطية، وهو ما ساهم في تزايد دورها ووزنها في إدارة عملية التسعير. (رجب، 2012، ص. 22)

أدت هذه القرارات بالدول الصناعية إلى تأسيس الوكالة الدولية للطاقة (International Energy Agency, IEA)، والتي ضمت أعضاء منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD)، والتي سعت إلى ترشيد استهلاك الطاقة بهدف تخفيض الطلب على النفط، والعمل على إحلال مصادر الطاقة البديلة، وحفز وتطوير البحث في مصادر الطاقة المتجددة، علاوة على سياسة تكوين المخزون الاستراتيجي من النفط لدى دولة عضو في هذه المنظمة، بحيث يعادل 90 يوما من الواردات النفطية الخاصة لكل دولة، بالإضافة إلى زيادة أسعار صادرات الدول الصناعية إلى الدول المصدرة للنفط، وبنسبة تفوق معدل الزيادة في وارداتها النفطية. (فلاحي وبلقاسم، 2017، ص. 71)

تطورت أسعار النفط خلال فترة إدارة الأوبك لعملية التسعير، والتي امتدت من العام 1974 لغاية العام 1985، والتي ارتبطت بنظام الأسعار الرسمية للنفط الخام المحدد من قبل الدول المنتجة. ارتفع سعر نفط الإشارة خلال تلك الفترة من 11.51 دولار للبرميل العام 1975 إلى 34 دولار للبرميل كأعلى حد له العام 1981، لينخفض بعدها ولأول مرة إلى 29 دولار للبرميل في مارس 1983. والجدول أدناه يوضح تطور الأسعار خلال هذه المرحلة.

الجدول رقم 3: تطور أسعار نفط الإشارة (العربي الخفيف) بالدولار الأمريكي للبرميل خلال الفترة 1975-1985

السنة	الشهر	السعر
1975	سبتمبر	11.51
1976		11.51
1977	جانفي	12.09
	جويلية	12.70
1978		12.70
1979	جانفي	13.34
	أفريل	14.546
	جويلية	18
	نوفمبر	24
1980	جانفي	26
	أفريل	28
	أوت	30
1981	جانفي	32
	نوفمبر	34
1982		34
1983	مارس	29
1985-1984		29

المصدر: رجب علي، تطور مراحل تسعير النفط الخام في الأسواق الدولية، مجلة النفط والتعاون العربي، العدد 141، 2012، ص. 25.

حصلت الصدمة الثانية للأسعار العام 1979، والتي تزامنت مع بعض الأحداث السياسية، وبخاصة الثورة الإيرانية والأحداث التي سبقتها، والتي أدت إلى تخفيض الإنتاج الإيراني في بداية العام 1979 إلى حوالي 500-700 ألف برميل يوميا وانقطاع صادراتها النفطية لغاية مارس من العام المذكور. ساهمت الحرب العراقية الإيرانية العام 1980، والتي أدت إلى تخفيض إنتاج الدولتين بصورة مجتمعة إلى حوالي مليون برميل يوميا فقط مقارنة مع 6.5 مليون برميل يوميا قبل عام من ذلك. (رجب، 2012، ص. 26)

أدت التطورات الجديدة إلى تغيرات هيكلية في أسواق النفط العالمية. ففي الفترة السابقة للعام 1979، كان الجزء الأعظم من تجارة النفط العالمية يتم على أساس عقود طويلة الأجل ضمن علاقات مستقرة بين البائع والمشتري. كما حصل تحول كبير من العقود طويلة الأجل إلى العقود القصيرة الأجل والسوق الفورية بشكل عام، لتستحوذ الصفقات الفورية على أكثر من 80% من تجارة النفط العالمية بحلول العام 1985 بالمقارنة مع 5 إلى 10% خلال الفترة السابقة للعام 1979. نتج عن التطورات أعلاه توسع في سوق النفط الفورية، إضافة إلى انخفاض الأسعار الفورية، والذي حفز بدوره بدء سلسلة من التخفيضات في الأسعار من قبل الدول المنتجة للنفط في العالم. (رجب، 2012، ص. 28)

أخذ دور الأسعار الرسمية يتقلص تدريجيا وتفقد من موقعها لصالح أسعار السوق الفورية، بسبب الفائض الكبير في العرض النفطي واتباع بعض دول الأوبك سياسات تسويقية مختلفة أدت بدورها إلى إضعاف أكبر لهيكل الأسعار الرسمية، منها منح حسومات سعرية مباشرة أو غير مباشرة على أسعارها، البيع بشكل مباشر أو غير مباشر بالأسعار الفورية، منح كميات إضافية للعقود القائمة وبأسعار منخفضة، البيع وفق ترتيبات التصفية (Processing Deals)، البيع بأسلوب المقايضة (Barter)، منح فترات أطول لتسديد قيم شحنات النفط بالمقارنة مع المدة القياسية البالغة شهر واحد، البيع على أساس واصل (CIF) وتحمل جزء من تكاليف النقل، البيع على أساس الصفقة (Package Deals) التي تشمل سلة من النفوط المختلفة، والتي قد يكون بعضها مخفضة الأسعار. أدى تزايد دور السوق الفورية والزيادة في إنتاج نفوط دول خارج أوبك، إلى بروز بعض النفوط الأخرى كنفوط إشارة، إلى جانب نفط الإشارة التقليدي (العربي الخفيف)، مثل: نفط برنت في بحر الشمال، ونفط آلاسكا ونفط غرب تكساس الوسيط (WTI) في الولايات المتحدة. (رجب، 2012، ص. 29)

لم يكن التطور الكمي المتمثل بانخفاض حصص منظمة الأوبك من النفط الخام هو المشكلة الوحيدة التي واجهتها المنظمة، وبخاصة في النصف الأول من ثمانينات القرن الماضي، وإنما كان هناك اختلال كبير في التركيب النوعي بين المعروض النفطي والطلب العالمي على النفط بسبب التغيرات التي مست نمط الطلب العالمي على المنتجات النفطية. حيث ارتفعت نسبة استهلاك المنتجات الخفيفة (الغازولين والمقطرات الوسطية) وانخفضت نسبة استهلاك زيت الوقود. فمثلا، ارتفعت نسبة استهلاك الغازولين من 28.7% العام 1973 إلى 29.7% العام 1975 وإلى 31% العام 1985 من إجمالي استهلاك المنتجات النفطية العالمية. فيما يخص زيت الوقود، فقد انخفضت

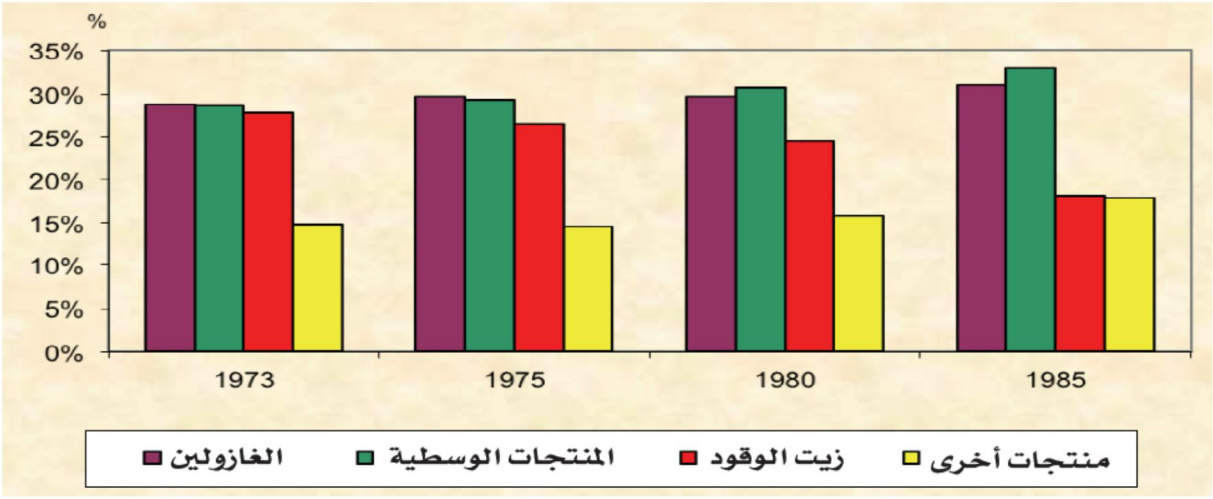
نسبته من 28.8% العام 1973 إلى 26.5% العام 1975 وإلى 18.1% العام 1985.

الجدول رقم 4: تطور استهلاك المنتجات النفطية في العالم (باستثناء الاتحاد السوفياتي سابقا) للفترة 1973-1985.

	1973	%	1975	%	1980	%	1985	%
الغازولين	14412	28.7	14188	29.7	15418	29.0	15677	31.0
المنتجات الوسطية	14349	28.6	13991	29.2	16339	30.7	16744	33.0
زيت الوقود	13952	27.8	12704	26.5	13025	24.5	9175	18.1
منتجات أخرى	7453	14.8	6999	14.6	8449	15.8	9083	17.9
المجموع	50165	100	47881	100	53231	100	50679	100

المصدر: رجب علي، تطور مراحل تسعير النفط الخام في الأسواق الدولية، مجلة النفط والتعاون العربي، العدد 141، 2012، ص. 33.

الشكل رقم 6: تطور استهلاك المنتجات النفطية في العالم (باستثناء الاتحاد السوفياتي سابقا) للفترة 1973-1985.



المصدر: رجب علي، تطور مراحل تسعير النفط الخام في الأسواق الدولية، مجلة النفط والتعاون العربي، العدد 141، 2012، ص. 33.

ما يستخلص خلال مرحلة الأسعار الرسمية أن السوق النفطية أصبحت سوق احتكار قلة لدول الأوبك، فبعد ارتفاع الأسعار العام 1973 أصبحت المنظمة تنفرد بقرار تسعير النفط إلى غاية العام 1982. وابتداء من العام 1983 بدأت المنظمة تفقد التحكم في السوق كما وسعرا، إلى غاية انهيار نظام الأسعار الرسمية العام 1986،

نتيجة للسياسات المتبعة من قبل الدول المستهلكة للنفط، عن طريق بحثها عن دول منتجة جديدة خارج المنظمة، واستبدال النفط ببعض مصادر الطاقة البديلة. (فلاحي و بلقاسم، 2012، 313)

3.4. مرحلة أسعار السوق:

تخلت منظمة الأوبك كليا عن الأسعار الثابتة في العام 1987، وتحولت إلى الاعتماد على أسعار السوق، حيث أصبحت أسعار خاماتها تتحدد من خلال ربطها بأسعار زيوت أخرى يجري تداولها في بورصات السلع في نيويورك (New York Mercantile Exchange, NYMEX)، أو في سوق تبادل النفط الدولي في لندن (International Petroleum Exchange in London, IPE)، وهي سعر غربي تكساس الوسيط (WTI) في الأولى، وسعر برنت ودبي في الثانية، تتغير الأسعار يوميا استنادا إلى ظروف التعامل في البورصات، ويحدد سعر النفط الخام عادة بخصم أو بعلاوة من النفط المرجعي. (فلاحي وبلقاسم، 2017، ص. 75)

فيما يخص منظمة الأوبك، فبدلا من تحديد الأسعار بشكل مباشر، اتبعت المنظمة استراتيجية السعر المستهدف والاكتفاء بالاتفاق على سقف وحصص للإنتاج كوسلية لإدارة السوق والتأثير على السعر بشكل غير مباشر بهدف الوصول إلى ذلك السعر المستهدف. ضمن نظام أسعار السوق يتم الاحتفاظ بسعر سلة أوبك كسعر مستهدف وليس مرجعي (كما كان عليه الحال مع سعر النفط العربي الخفيف)، فأصبح ينظر إلى حركة سعر سلة أوبك على أنه سعر استرشادي لمساعدة المنظمة في إدارتها للسوق واتخاذ قراراتها الخاصة بسقف الإنتاج وتقييم أداء السوق ومعرفة مدى استجابتها لسياسات أوبك المتعلقة بتحديد سقف الإنتاج. أما على مستوى الدول الأعضاء في أوبك، فقد لجأت معظمها، وبخاصة الدول النفطية الكبيرة إلى استخدام نظام المعادلات السعرية المرتبطة بأسعار السوق (Market Related Pricing Formula) يتم بواسطتها ربط أسعار النفوط المصدرة المختلفة بأسعار نفوط إشارة معينة، والتي بدورها تتحدد أسعارها في السوق. (رجب، 2012، ص. 39)

تتلخص صيغة تسعير النفط بشكل عام وفق الصياغة الآتية:

$$P_x = P_R + D$$

حيث يمثل P_x سعر النفط الخام x، ويمثل P_R سعر النفط المرجعي، وتمثل D قيمة الفارق بين سعر النفط الخام x وسعر النفط المرجعي.

حظي نظام أسعار السوق بقبول واسع لدى معظم الدول المصدرة والمستوردة للنفط، وأصبح منذ العام 1988 النظام الأساسي لتسعير النفط الخام في التجارة الدولية. تستعمل معظم الدول النفطية الكبيرة خام برنت كنفط مرجعي لتسعير النفط الخام الموجه أساسا للأسواق الأوروبية والآسيوية، وتستعمل الولايات المتحدة الأمريكية خام

غرب تكساس الوسيط كأساس لتسعير منتجاتها من النفط الخام. تتحدد الأسعار في أسواق النفط على أساس الظروف الراهنة للسوق النفطية والتوقعات المستقبلية للطلب والعرض، وتمثل الأسعار الفورية (Spot Prices) سعر التسليم الفوري لبرميل النفط، بينما تمثل الأسعار الآجلة أو المستقبلية (Future Prices) أسعار التسوية للعقود الآجلة. (فلاحي وبلقاسم، 2017، ص ص. 75-76)

5. العلاقة بين الأسعار الفورية و الأسعار الآجلة للنفط:

تعكس حركة الأسعار الفورية الظروف الحالية لأسواق النفط وحالة التوازن بين العرض والطلب، كما تتأثر أيضا بالإشارات التي تستلمها من الأسواق الآجلة، كمؤشر للتوقعات المستقبلية لظروف الأسواق، حيث ينعكس الارتفاع في الأسعار المستقبلية في ارتفاع مزدوج للأسعار الفورية مستقبلا. بالمقابل، تتأثر الأسعار المستقبلية بالظروف الحالية للأسواق من حيث مستويات الطاقات الفائضة وظروف التوازن في العرض والطلب ومستويات الأسعار الفورية ونسبة المخاطرة. (الزيتوني، 2021، ص. 346)

عرفت أسواق النفط تحولات كبيرة من شأنها أن تعزز من أهمية العقود الآجلة ونشاط البورصات خارج السوق الرسمية (The Over Counter Markets) والمؤسسات المالية في عملية تحديد سعر النفط. تزايدت أهمية سوق العقود الآجلة في عمليات تحديد الأسعار نتاج مجموعة من التحولات الرئيسية في السوق النفطية، مثل التغير في نظام التسعيير الدولي والدخول الكبير لعدد من اللاعبين الماليين في السوق. فبعدما كانت المؤسسات المالية أكبر المتاجرين في سوق النفط منذ العام 1985 أصبحت البنوك حاليا أكثر مساهمة في سد الفجوات بين المنتجين والزبائن. ينقسم المتدخلون في أسواق النفط الآجلة إلى قسمين؛ يهدف القسم الأول إلى التحوط من تقلبات أسعار النفط؛ أما القسم الثاني فيسعى لتحقيق مكاسب مالية فقط. يطلق على المتحوطين اسم عملاء تجاريين (Commercials)، أما أولئك الذين يبحثون عن تحقيق مكاسب مالية فقط فيسمون عملاء غير تجاريين (Noncommercials) أو مضاربين (Speculators). (بلقاسم، 2020، ص. 68)

تستخدم العقود الآجلة إما للحماية من تقلبات الأسعار الفورية أو للمضاربة والكسب من هذه التقلبات، حيث يمتلك بعض منتجي النفط أو شركات الطيران العالمية صناديق تحوط تتعامل مع مشتقات الطاقة في الأسواق المالية بهدف حماية نفسها من المخاطر التجارية الناجمة عن التغيرات في أسعار النفط أو مشتقاته، حيث تعمل شركات الطيران على شراء العقود الآجلة أو الخيارات لتجنب احتمال ارتفاع تكاليف الوقود المستقبلية فوق مستوى معين، بينما قد يرغب منتج النفط في بيع العقود الآجلة من أجل تثبيت سعر إنتاجه المستقبلي.

تعتبر حالة Contango هي الحالة النموذجية في الأسواق المستقبلية النفطية بشرط أن يعكس الفارق الموجب بين الأسعار المستقبلية والأسعار الفورية القيمة الزمنية للنقود. ولكن هذا الفرق قد يتسع في ظل زيادة الطلب أو

لتراجع العرض. بالمقابل، عندما تسود ظروف عدم التأكد وترتفع درجة المخاطرة، تحصل الحالة العكسية Backwardation، حيث تحدث هذه الحالة عندما يفوق العرض كمية الطلب بسبب زيادة الإنتاج وكذلك زيادة حجم المخزون الاستراتيجي والتجاري، فيتم تقديم خصومات على السعر الفوري للتخلص من الفائض. (بلقاسم، 2020، ص. 70)

الجدول رقم 5: متوسط أسعار بعض النفوط الفورية خلال الفترة 2018-2020 (بالدولار الأمريكي للبرميل)

	2020	2019	2018	
UAE-Murban	42.98	64.72	72.20	الإمارات-موريان
Algeria-Saharan B.	42.12	64.49	71.44	الجزائر–خليط الصحراء
S. Arabia-A. Light	41.91	64.96	70.59	السعودية–عربي خفيف
Iraq-Basrah Light	41.55	63.64	68.62	العراق–بصرة خفيف
Kuwait-K. Export	41.49	64.25	68.90	الكويت-كويت تصدير
Libya-Ess Sieder	40.06	63.81	69.78	ليبيا-السدرة
Gabon-Rabi Light	40.22	63.18	70.30	الجابون-رابي لايت
Iran-Iran Heavy	40.8	61.9	68.0	إيران-إيران ثقيل
Nigeria-Bonny Light	41.53	65.63	72.11	نيجيريا-بوني خفيف
Venezuela-Merey	28.12	54.04	64.47	فنزويلا-ميري
Angola-Girassol	42.64	66.11	71.72	أنجولا-قيراسول
Congo. R- Djeno	35.77	61.80	68.59	الكنوجو-ديجينو
E. Guinea-Zafiro	41.54	65.74	71.36	غينيا الاستوائية-زافيرو
OPEC Basket	41.47	64.04	69.78	سلة أوبك
UAE-Dubai	42.31	63.48	69.68	الإمارات-دبي
Algeria-Zarzaitine	41.72	64.42	71.35	الجزائر-زرزاتيني
S.Arabia-Arab Heavy	41.45	63.85	68.79	السعودية-عربي ثقيل
Qatar-Dukhan	42.44	63.65	71.22	قطر-دخان
Libya-Brega	40.12	63.76	70.65	ليبيا-البريقة
Egypt-Suez B.	40.23	62.61	68.47	مصر-السويس

Oman-Oman	43.20	64.00	70.10	عمان-عمان
Iran-Iran Light	40.36	62.74	69.10	إيران-إيران خفيف
Nigeria-Forcados	41.56	66.19	72.56	نيجيريا-فوركادوس
Angola-Cabinda	42.29	65.34	71.15	أنجولا-كابندا
U.K.-Brent	41.67	64.19	71.22	المملكة المتحدة-برنت
U.K.-Forties	41.38	64.66	71.21	المملكة المتحدة فورتز
Norway-Ekofisk	42.33	65.24	71.86	النرويج-إيكوفستك
Norway-Oseberg	42.36	65.38	72.34	النرويج-أوسبيرج
Mexico-Isthmus	36.61	63.00	68.74	المكسيك-إست تومس
Mexico-Maya	36.20	57.51	62.71	المكسيك-مايا
Indonesia-Minas	41.08	60.25	65.44	أندونيسيا-ميناس
Malaysia-Tapis	43.24	69.15	73.78	ماليزيا-تابس
Malaysia-Miri	47.15	69.30	75.90	ماليزيا-ميري
U.S.A-WTI	39.43	57.02	65.16	أمريكا-وست تكساس
Russia-Urals	41.83	64.38	70.13	روسيا-أورال

المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، التقرير الإحصائي السنوي 2021، 2021، ص. 60، من على الرابط التالي:

https://www.oapecorg.org/ar/Home/Publications/Reports/Annual-Statistical-report

خامسا: الأسواق المالية وتأثيراتها في أسواق النفط:

تساهم الأسواق المالية في توقع وتحديد اتجاهات أسعار النفط، حيث يؤدي انخفاض أسعار صرف الدولار الأمريكي أمام العملات الأخرى إلى انخفاض سعر النفط مقوما بهذه العملات، كما يؤدي تخفيض قيمة الفائدة إلى خسارة القيمة الحالية للنقود بسبب التضخم، مما ينتج عوائد سلبية عليها. ساهمت الابتكارات المالية والهندسة المالية التي تطورت ابتداء من ثمانينات القرن الماضي، في أسواق السلع بشكل عام وأسواق النفط بشكل خاص، إلى تعاظم استفادة المستثمرين من ارتفاع أسعار النفط دون حاجتهم إلى حيازته فعليا على شكل مخزون. كما وجدت صناديق التحوط والصناديق الاستثمارية فرص كبيرة في الأسواق الآجلة للنفط الخام عبر استثمار مليارات الدولارات، و الحصو ل على أرباح كبيرة من خلال بيع وشراء ما يعرف بالبراميل الورقية، وما بدى جليا في كثافة نشاط المضاربة في الأسواق الآجلة للنفط بهدف بيعه بسعر أعلى، أي شراء النفط بقصد إعادة بيعه بسعر أعلى، بدلا من استخدامه لأغراض تجارية. من أهم الأسواق الآجلة للنفط الخام نجد بورصة نيويورك التجارية

(NYMEX) ومركز التبادل للبترول في لندن (ICE). تؤدي عمليات المضاربة إلى توليد طلب وهمي على البراميل الورقية، ويساهم في رفع مستوى التوقعات المتعلقة بالأسعار المستقبلية للنفط، مما يدفع مستهلكي النفط لزيادة طلبهم على النفط بغرض التخزين والتحوط من ارتفاع الأسعار مستقبلا، لذلك برزت ظاهرة فك الارتباط بين مستويات المخزون التجاري وأسعار النفط خلال العام 2003 عندما تزايد نشاط المضاربة في الأسواق الآجلة للنفط. (الزيتوني، 2021، ص. 330)

يعتبر المنحى التصاعدي لأسعار النفط من جانفي 2008 إلى غاية جويلية 2008 مثالا أساسيا لتأثير عوامل المضاربة في السوق النفطية على أسعار النفط وصولا بها إلى أسعار قياسية غير مسبوقة. حيث كانت أسعار النفط أواخر العام 2007 في حدود 90 دولار أمريكي للبرميل، وكان أغلب الخبراء يتوقعون استمرارها عند نفس المستوى خلال الفترة القادمة، فلم يكن أي سبب اقتصادي يدعو إلى ارتفاعها أو انخفاضها، إلا أن الأسعار ارتفعت خلال الأشهر اللاحقة بشكل متسارع، حيث أصبحت لا تتوافق مع أساسيات السوق أو أي عوامل اقتصادية طبيعية، حتى عندما وصلت الأسعار إلى 147 دولار للبرميل في شهر جويلية كان البعض يتوقع ارتفاعها إلى 200 أو ربما 250 دولار للبرميل قبل نهاية العام.

عندما برزت صدمة أسعار النفط خلال النصف الثاني من العام 2014، ومثلما كان لعامل المضاربة دورا أساسيا في ارتفاع الأسعار، فقد كان للطلب العالمي على النفط الخام وارتفاع حجم المعروض منه سببا مباشرا في انسحاب مفاجئ لهذه الأموال وبدأ المستثمرين بتصفية مراكزهم على عجل في الأسواق المستقبلية في ظل عدم اليقين وبوادر انهيار أسعار النفط، مما أدى إلى تقلص دور المضاربات في تلك الأسواق، ويأتي هذا في ظل إيقاف تشغيل عدد من أكبر الصناديق في أسواق النفط، مثل الصندوق الذي يدار من قبل آندي هول في شركة آستينبيك لإدارة رأس المال، كما تقلصت أيضا صناديق النفط المتداولة في البورصة، مثل صندوق United States Oil Fund المدرج في البورصة، الذي تبلغ قيمته ملياري دولار. وانعكس ذلك في انخفاض حاد لأسعار النفط وتزايد حدة تقلباتها.

الجدير بالذكر أن الابتكارات الحديثة في أسواق المشتقات المالية، ساهمت بشكل كبير في تحفيز الاستثمار في أسواق النفط الآجلة للأسباب التالية: (الزيتوني، 2021، ص ص. 330-331)

- يعتبر الاستثمار في أصول النفط أداة فاعلة للتحوط ضد التضخم الناجم عن ارتفاع الأسعار وانخفاض قيمة الدولار الأمريكي.
- تعتبر الأسواق الآجلة للنفط بيئة جيدة لتحقيق عوائد مجزية في ظل تدهور الاقتصاد العالمي وانخفاض العوائد وارتفاع مخاطر الاستثمار في الأصول الأخرى.

- يعتبر الاستثمار في العقود الآجلة للنفط، أداة جيدة لتفعيل آلية تنويع المحافظ الاستثمارية للحد من المخاطرة، حيث من المعلوم أن السلع تاريخيا في علاقة ارتباط سالب مع الأسهم والسندات.

عليه، شهدت الأسواق الآجلة للنفط نشاطا مكثفا للعملاء غير التجاريين مثل صناديق التحوط (Hedge Funds) و (Floor Brokers and Traders) وعملاء تجاريين مثل تجار مقايضة السلع (Commodity Swap Dealers) الذين يقومون بدور الوساطة بين المستثمرين الباحثين عن فرص التداول في أسواق السلع، والوسطاء التجاريين (Commercial Dealers). أدى ذلك إلى تحول العدد الأكبر من المتعاملين في الأسواق الآجلة إلى ذلك النوع من المستثمرين الذين يفتقدون الخبرة اللازمة بطبيعة أسواق النفط، بينما ظل عدد المتعاملين الأساسيين في أسواق النفط وهم المنتجين (Producers) ويقصد بهم هنا مصافي التكرير والصناعيين (Commercial Dealers) محدودا.

عرفت السوق النفطية العالمية خلال العام 2020، وبخاصة خلال النصف الأول منه صدمة كبيرة وفريدة من نوعها لم تواجه مثيلا لها على مدار عقود، فهي مزيج من صدمتي العرض والطلب، بسبب جائحة فيروس كورونا المستجد (Covid-19). حيث أدت القيود على السفر وتدابير العزل التي فرضتها معظم دول العالم لمواجهة هذه الجائحة إلى انكماش غير مسبوق في أداء الاقتصاد العالمي هو الأول منذ الأزمة المالية العالمية. فقد تقلص نشاط الصناعات التحويلية العالمية، وشهدت الأسواق النامية تراجعا حادا في تدفقات رؤوس الأموال، كما تراجع حجم التجارة العالمية، وشهدت سوق العمل العالمية انخفاضا ملحوظا، وسجل الطلب العالمي على النفط انخفاضا حادا للمرة الأولى منذ العام 2009 ليصل إلى 90 مليون برميل يوميا العام 2020، وهو أدنى مستوى له منذ ثمانية أعوام.

لمحاولة إعادة التوازن إلى السوق النفطية العالمية، توصلت دول أوبك وبعض الدول الأخرى المنتجة للنفط من بينها الولايات المتحدة الأمريكية إلى اتفاق تاريخي بشأن خفض قياسي للإنتاج، لتتراجع الإمدادات النفطية العالمية إلى نحو 93.5 مليون برميل يوميا العام 2020، وهو أدنى مستوى لها منذ العام 2014. في هذا الإطار، انخفضت إمدادات دول أوبك من النفط الخام والنفوط غير التقليدية بحوالي 4.3 مليون برميل يوميا مقارنة بالعام 2019 مسجلة 30.8 مليون برميل يوميا، كما انخفضت الإمدادات من الدول المنتجة من خارجها بحوالي 2 مليون برميل يوميا لتصل إلى 62.7 مليون برميل يوميا. (منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول-أوابك-، 2021، ص ص. 24-23)

الفصل الرابع: الطاقات التقليدية

أولا: النفط

يعتبر النفط من أهم الاكتشافات التي توصل إليها الإنسان منذ العام 1859، فهو المصدر الأول والأساسي للطاقة، ومحور كل الإنتاج الصناعي والزراعي في العالم المعاصر. لم يعد النفط مجرد سلعة تجارية عابرة، بل أصبح أهم سلعة في التجارة الدولية، فهو يشكل نسبة 33.2% من التجارة العالمية للطاقة في العام 2008، ولم تستحوذ أي مادة أخرى على القدر نفسه من الأهمية التجارية والاقتصادية التي استحوذ عليها النفط، رغم المحاولات العديدة للدول الصناعية إحلاله بطاقات أخرى سواء كانت طاقات ناضبة كالغاز والفحم والطاقة النووية أو بالطاقات المتجددة كالطاقة الشمسية والطاقة الهوائية والطاقة المائية، منذ الأزمة النفطية الأولى للعام 1973.

يعد ظهور الشركات الوطنية والمستقلة، أحد العوامل الرئيسية المؤثرة في إضعاف وتقليص القلة الاحتكارية لسوق النفط، وفي تغيير مجرى استغلال النفط للدول النامية، خلال الفترة التي أعقبت الحرب العالمية الثانية وبشكل خاص منذ فترة الخمسينات من القرن العشرين إلى يومنا هذا؛ إلى جانب دخول بعض المتغيرات السياسية والاقتصادية وقوى جديدة لسوق النفط كموجة التأميمات، ونشأة منظمة الأوبك OPEC (*Organization of Petroleum Exporting Countries*) في العام 1960 ومنظمة الأوابك OAPEC (*Organization Arabic of Petroleum Exporting Countries*) في العام 1968، والتي عملت على فتح سوق النفط العالمية، وتحويل مسار الاقتصاد العالمي بتحول موازين قوى العرض والطلب، بحيث تغيرت وضعية سوق النفط من سوق مشترين إلى سوق بائعين. وقد نتج عن هذه المتغيرات والأطراف الجديدة أزمة نفطية عالمية، تعد الأولى من نوعها في تاريخ سوق النفط، حيث تسببت هذه الأزمة في إنشاء طرف آخر في سوق النفط ممثلا في الوكالة العالمية للطاقة AIE (*Agance Internationale de l'Energie*) في العام 1974.

ثم توالت الصدمة النفطية العكسية للعام 1986، حيث تغيرت سوق النفط من جديد من سوق عارضين إلى سوق مشترين، واعتبرت نتائج الأزمة وخيمة على الدول المنتجة للنفط عامة وعلى دول أعضاء منظمة الأوبك خاصة، ما دفع هذه الأخيرة إلى مراجعة سياستها النفطية ونظام استغلالها بما يخدم اقتصادها، مع اعتماد التزاوج في ممارسة نشاط الصناعة النفطية بالشراكة مع الشركات العالمية المالكة لجميع شروط وخصائص هذه الصناعة.

1. تعريف النفط:

ترجع كلمة النفط في الأصل إلى الكلمة اللاتينية ***Petroleum***، و التي تعني الصخر (*Petr*) زائد الزيت (*Oleum*) بمعنى زيت الصخر. يعتبر النفط مادة بسيطة ومركبة في ذات الوقت، فهو بسيط من حيث أنه يتكون كيميائيا من عنصرين هما الهيدروجين والكربون. وهو مركب من حيث اختلاف خصائص مشتقاته باختلاف التركيب الجزئي لكل منها. فكل مادة تتكون من جزئيات هي وحدات تركيبها الأساسية. (الدوري، 1983، ص 8)

هناك من يعرف النفط على أنه عبارة عن خليط معقد يتألف من ما يصل إلى 200 أو أكثر من المركبات العضوية والمواد الهيدروكاربونية الخام في الغالب، والتي تحتوي على تركيبات مختلفة. (Harvard, 2013, p. 17)

يعرف النفط كذلك على أنه سائل يتكون أساسا من خلائط معقدة وغير متجانسة من مركبات عضوية هيدروكربونية ذات تركيبات جزيئية متنوعة وخواص طبيعية وكيماوية مختلفة، كما يحتوي على بعض الشوائب كالكبريت والأوكسجين والنيتروجين والماء والأملاح وكذلك بعض المعادن مثل الغناديوم والحديد والصوديوم. (مجلة النفط والتنمية، 1980، ص 77)

إن تو اجد النفط في الطبيعة إما يكون على شكل سائل وقد يكون صلبا أو حتى غازا؛ فإذا تغلبت المركبات الصلبة على غيرها في الخليط يكون النفط ثقيلا وأقرب إلى عجينة لينة منه إلى سائل؛ وإذا قلت فيه نسبة المركبات الصلبة وكثرت فيه المركبات السائلة فيكون خفيفا، وأغلب النفط الجزائري من هذا النوع؛ وإذا حدث وأن تغلب الغاز على السوائل تكون هذه الأخيرة محملة فيه، ويعتبر الحقل حقل غاز لا حقل نفط، وهذه الحالة نجدها مثلا في حاسي الرمل حيث يعمل هناك على فصل السوائل من الغاز الرطب للحصول على الغاز الجاف.

2. تاريخ اكتشاف النفط:

كان استخدام النفط منذ الحضارة الآشورية والبابلية والفرعونية كما دلت على ذلك بعض الآثار. وخلال القرن الرابع الميلادي تم حفر بئر نفط في الصين ذات أعماق بسيطة، حيث كان يستخدم بعد حرقه في تبخير الماء المالح وإنتاج الملح. في فترة الحضارة الإسلامية خاصة في العراق كان يتم رصف طرق بغداد بواسطة النفط، كما كان يستخدم أيضا في الإضاءة، وتم انتشار استعماله في كل مناطق الحضارة الإسلامية. في العام 1853 تم اكتشاف تكرير النفط بواسطة العالم البولندي اجانسي لوكاسفير وحصل منه على الكيروسين؛ وفي العام 1859 بدأت صناعة النفط في أمريكا باكتشاف إيدوين دريك للزيت في بنسلفانيا. (عمران، 2011، ص ص. 16-17)

3. نظريات تكوين النفط:

لم يتفق العلماء على أصل النفط، حيث يرجع بعضهم أصل النفط إلى مواد عضوية، ويرجع البعض الآخر أصله إلى مواد غير عضوية، وهو ما أوجد مجموعة من النظريات يسعى أصحابها إلى تفسير أصل النفط وكيفية نشأته. من أهم هذه النظريات نذكر ما يلي:

1.3. النظرية العضوية:

تعتبر هذه النظرية على أن النفط قد تكون من بقايا بعض الكائنات الحية (الحيوانية والنباتية)، وبخاصة الأحياء البحرية الدقيقة، التي تجمعت مع بقايا كائنات أخرى بعد موتها في قيعان البحار والمحيطات، واختلطت برمالها،

وبرواسب معدنية أخرى، وتحولت تدريجيا إلى صخور رسوبية، وتزايد سمكها، ثم تعرضت لضغوط هائلة، وارتفعت حرارتها إلى درجات عالية جدا بفعل تحركات القشرة الأرضية، وتأثيرات حرارة باطن الأرض، فتكونت طبقات الضخور الرسوبية التي تسمى بصخور المصدر، وفي ثناياها تحولت البقايا العضوية الغنية بالكربون والهيدروجين إلى مواد هيدروكربونية، تكون منها النفط والغاز الطبيعي، نتيجة عوامل الضغط والحرارة والتفاعلات الكيميائية، والنشاط البكتيري الذي قام بدور مهم في انتزاع الأوكسجين والكبريت والنيتروجين من المركبات العضوية بخلايا الكائنات الحية. تعتبر النظرية العضوية الأكثر قبولا في الوقت الراهن، وذلك راجع للأسباب التالية: (صباح، 2019، ص 7)

- أن مناطق وجود النفط الخام هي الطبقات الرسوبية التي تكونت بفعل جرف السيول والأمطار للمواد العضوية التي تم ترسيبها في البحار، إذ أثبتت الدراسات احتواء الصخور الرسوبية على 99% من النفط والغاز الطبيعي. ومن المعروف أن الحوض الرسوبي يشمل رقعة جغرافية تمتد تحت البحار واليابسة، كما أنه يشترك في أكثر من دولة. ومن أهم الأحواض الرسوبية في العالم، نجد الحوض الرسوبي العربي الذي يضم أكثر من 65% من الاحتياطي العالمي من النفط الخام، حوض بحر قزوين، حوض بحر الشمال، حوض أمريكا الجنوبية وحوض أمريكا الشمالية.
- وجود مادة النتروجين في النفط الخام وضمن مكوناته مثلما هي موجودة في خلايا الكائنات الحية النباتية والحيوانية.
- أن جميع الضخور المصدرية للنفط الخام تتكون بالقرب من شواطئ البحار أو أعماقها مثل الخليج العربي وبحر الشمال، مما يؤكد تكونها من بقايا الحيوانات والنباتات البحرية.
- يتميز النفط بخاصية النشاط الضوئي التي تكاد تنفرد بها المواد العضوية. ولما كانت المواد العضوية المترسبة هي المصدر الأساسي الذي نشأ منه النفط، فإن صفاته الطبيعية وخصائصه الكيميائية تختلف باختلاف طبيعة الكائنات الحية، ومكونات الصخور الرسوبية الحاوية له، وهناك معايير ضرورية لتقويم صخور المصدر، من حيث إمكانية وجود النفط فيها ونوعه، وإمكانية إنتاجه؛ منها أن تكون صخور المصدر غنية بالمواد العضوية، وألا يقل الحد الأدنى للكربون العضوي في هذه الصخور عن 0.4 إلى 0.5%، ومنها تحديد أنواع المواد العضوية النباتية أو الحيوانية، التي تتحكم في نوع النفط، ثم يأتي تقدير الاحتياطات المؤكدة جيولوجيا، وإمكانية استخراجها بالتكنولوجيا المتاحة وبالكمية المناسبة، التي ينبغي ألا تقل عن 20% من النفط المخزن في المصيدة، ويمكن أن تصل إلى 80% منه، وفي أمريكا الشمالية تعد نسبة 30 إلى 35% معدلا اقتصاديا جيدا لاستغلال الحقل النفطي. وفي تقدير الاحتياطات النفطية تعطى الأولوية لتحديد سمك واستمرار الصخور الخازنة، ومسامية هذه الصخور ونفاذيتها، والضغوط التي يتعرض لها الزيت. (ظاهر، 2021)

2.3. النظرية اللاعضوية:

يعتقد أصحاب هذه النظرية أن المواد الهيدروكربونية المخزنة في صخور باطن الأرض لا يمكن أن يكون مصدرها المواد العضوية فقط، مستندين إلى بعض الظواهر الطبيعية، مثل:

- وجود كميات كبيرة من الغازات الهيدروكربونية في الغلاف المحيط بكوكب الأرض؛
- خروج غازات هيدروكربونية من المياه الجوفية والبراكين؛
- وجود رواسب صلبة للنفط على شكل عروق في بعض الصخور الغازية والمتحولة في كندا وفي الصخور الرسوبية (الحجر الرملي) في الولايات المتحدة الأمريكية؛
- سهولة تحضير مركبات الإيثان والميثان والبنزين في المختبرات ومن مواد غير عضوية.

تفسر النظرية اللاعضوية، بصفة عامة، نشأة النفط الخام على أنه ناجم عن تفاعلات كيميائية على نطاق واسع في باطن الأرض بين العناصر اللاعضوية مثل الهيدروجين مع الكربون أو كبريت الحديد مع الماء أو مع العناصر الأخرى، لكن هذه النظرية تعرضت إلى انتقادات كبيرة كون النفط الخام لم يتكون بفعل أو بسبب العوامل اللاعضوية فقط. ومن أشهر الافتراضات عن هذه النظرية أن تكون الهيدروكربونات ناجم عن تفاعل كميات كبيرة من كبريتات الحديد التي توجد في باطن الأرض مع المياه الجوفية تحت ضغط وحرارة شديدين، كما أن الهيدروجين قد تكون أيضا بطريقة غير عضوية. (صباح، 2019، ص ص. 7-8)

3.3. النظرية المعدنية:

تعتبر هذه النظرية أن أصل النفط غير عضوي بل معدني، حيث أنه يتكون نتيجة بخار الماء الذي تتعرض له رواسب كربيدات الفلزات التي توجد في باطن الأرض، فنتيجة التفاعل بين كربيد الكالسيوم مع الماء يتكون الهيدروكربون غير المشبع، غير أن هذه الرواسب نادرة ولا توجد الكميات الكافية منها لإنتاج الكم الهائل الذي نراه من النفط، وهكذا تبقى النظرية العضوية الأقرب إلى الواقع في تفسير النفط. (هواري، 2018، ص 6)

4. أنواع النفط:

تتباين أنواع النفط الخام من المصادر تباينا كبيرا في خصائصها الفيزيائية والكيميائية، حيث تميل العديد من المنتجات المكررة إلى أن تكون لها خصائص محددة بدقة بغض النظر عن نوع النفط الخام المشتقة منه، كما أن أنواع نفط الوقود المتوسطة والثقيلة، والتي تحتوي على نسب متفاوتة من رواسب عمليات التكرير مخلوطة بمنتجات مكررة أخف تتباين خصائصها هي الأخرى بصورة ملحوظة. والخصائص الفيزيائية الرئيسية التي تؤثر على سلوك وثبات النفط هي الوزن النوعي وخصائص التقطير وضغط البخار و اللزوجة ونقطة الانصباب وجميعها تعتمد على

التركيب الكيميائي مثل نسبة المكونات المتطايرة ومحتوى المركبات الأسفلتية والراتنجات والشموع. (ITOPF، 2011، ص 2).

تقسم مكونات النفط إلى صنفين أساسيين هما البارافينات Paraffins والنافثينات Naphthenes. يصنف النفط حسب هذه المكونات إلى ثلاث أصناف رئيسية هي: نفط برافيني الأصل، نفط نفثيني الأصل ونفط مختلط الأصل (والنسبة الأكبر من النفط الخام في العالم هو من هذا النوع)؛ أما مكتب المناجم الأمريكي فقد اعتمد تصنيفا خاصا للنفط، يعتمد أيضا على التركيب الكيميائي للمنتجات الموجودة فيه، وهذا التصنيف هو: بارافينية-بارافينية، نافثينية-نافثينية، بارافينية-نافثينية، نافثينية-بارافينية. كما يتم تصنيف النفط الخام بناء على نسبة الكبريت الموجودة فيه إلى نفط حلو Sweet، ونفط حمضي أو مر Sour.

5. خامات النفط القياسية:

يختلف النفط في طبيعته من مكان إلى آخر، نظرا لاختلاف نسبة الهيدروكربونات الداخلة في تركيبه، وكذلك تفاوت نسبة بعض المواد الكيميائية الأخرى الموجودة فيه كالكبريت والنيتروجين والأملاح وغيرها من العناصر والمركبات، وقد استخدمت لتصنيف أنواع النفط المختلفة ولتسهيل تسعيرها بعض خامات النفط القياسية، من أهمها ما يلي: (هواري، 2018، ص ص. 8-9)

1.5. خام برنت:

يعد خام برنت Brent Crude من أهم النفوط القياسية أو المرجعية في العالم، ونفط برنت عبارة عن مزيج نفطي من 15 حقلا مختلفا في بحر الشمال في المياه البريطانية والنرويجية، وتنتجه كبرى الشركات العالمية مثل إكسون موبيل وشل وشيفرون وشركة النفط البريطانية بي بي. يعتبر خام برنت التصنيف التجاري الرئيسي للنفط الخام الخفيف الحلو الذي يستخدم كمعيار رئيسي لأسعار شراء النفط عالميا. يستخدم خام برنت كمرجع لتسعير حوالي 60% من إنتاج النفط العالمي، وخاصة الأسواق الأوروبية والأسواق الإفريقية.

2.5. خام غرب تكساس:

يستخدم خام غرب تكساس West Texas Intermediate (WTI) كنفط قياسي في تسعير الخامات الأخرى، خاصة في أمريكا الشمالية، أكبر سوق للنفط في العالم، ونقطة التسعير هي مدينة كوشينج في ولاية أوكلاهوما الأمريكية، كون هذه النقطة مركز تقاطع لمجموعة كبيرة من أنابيب النفط التي تمكن من نقل النفط إلى مختلف أنحاء الولايات المتحدة، بما في ذلك الموانئ الأمريكية، ومن ثم إلى أي مكان في العالم، كما أن جزءا من صادرات النفط الكندية ينتهي في كوشينج أيضا.

يتميز خام غرب تكساس بخفته لأن وزنه النوعي 39.6 درجة، وبحلاوته بسبب انخفاض نسبة الكبريت فيه إلى 0.24%، ونظرا لجودته فإنه المصدر الأساس للبنزين في الولايات المتحدة، وكما يدل عليه اسمه فإن أغلبه ينتج في غرب ولاية تكساس الأمريكية، ومشكلة هذا النفط أن ثورة النفط والغاز الصخريين غيرت من نوعيته، حيث أصبح أخف وأكثر حلاوة، حيث أن الوزن النوعي ارتفع إلى 42 درجة، و أحيانا أعلى من ذلك، الأمر الذي حصر أغلب استخداماته في إنتاج النافثا والبنزين.

3.5. خام دبي:

كان خام دبي العقد النفطي الوحيد، ولفترة طويلة من الزمن، الذي تتم التجارة فيه في الأسواق الفورية والمستقبلية في الشرق الأوسط، وتنتجه إمارة دبي الإماراتية. يعتبر خام دبي من الخامات القياسية التي تستخدم في تسعير النفط، كما يعد من الخامات الأثقل والأكثر حموضة في الخليج، والتي تصدر للدول الآسيوية، ويتم تداوله في بورصة دبي المدعومة من بورصة نيويورك. فهو من النوع المتوسط الحامض، وأقرب إلى أغلب نفط الخليج العربي، حيث يبلغ وز نه النوعي 31 درجة، وترتفع فيه نسبة الكبريت لتصل إلى 2% تقريبا. وتنبع أهمية خام دبي في أنه متاح للبيع بشكل حر، مقارنة بالنفوط الأخرى التي تباع وفقا لعقود بين البائع والمشتري مباشرة ولها طريقة خاصة في التسعير.

4.5. خام عمان:

تم إضافة خام عمان إلى خام دبي كثاني نفط شرق أوسطي يباع في السوق الفورية والمستقبلية في العام 2007، وأصبح خاما دبي وعمان في بورصة دبي، المرجع الأساس لتسعير بقية النفوط الخليجية. يعتبر النفط العماني من النوع المتوسط الحامض، إلا أنه أخف من نفط دبي، مما يعطيه علاوة سعرية. يبلغ وزنه النوعي 34 درجة، بينما نسبة الكبريت فيه عالية مثل نفط دبي بنحو 2%.

5.5. خام الأوبيك OPEC:

تعرف سلة الأوبك أيضا بالسلة المرجعية للنفط الخام، حيث وضعت الدول المصدرة للنفط أوبك (OPEC) فقد وضعت نظاما مرجعيا خاصا بها، عرف بسلة أوبك (The OPEC Reference Basket ORB)، والتي تضم مجموعة من خامات النفط. وهي متوسط مرجح لأسعار الخامات النفطية التي ينتجها أعضاء الأوبك حول العالم، وتستخدم كمقياس مهم لأسعار النفط الخام. وتمثل الآن متوسط أسعار النفط في 13 دولة، وهي الجزائر، أنغولا، الكونغو، غينيا، الغابون، إيران، العراق، الكويت، ليبيا، نيجيريا، العربية السعودية، الإمارات وفنزويلا. الملاحظ أن سلة أوبك هي مزيج من عدد من أنواع النفط الخفيفة والثقيلة، وبالتالي فإن سعرها في العادة يكون أقل من سعر خام برنت وخام وسيط غرب تكساس.

6. تصنيف النفط الخام:

تصنف النفوط الخام طبقا لمعهد البترول الأمريكي حسب درجة جودتها إلى الأنواع التالية: (منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول-أوابك، 2014، ص 1)

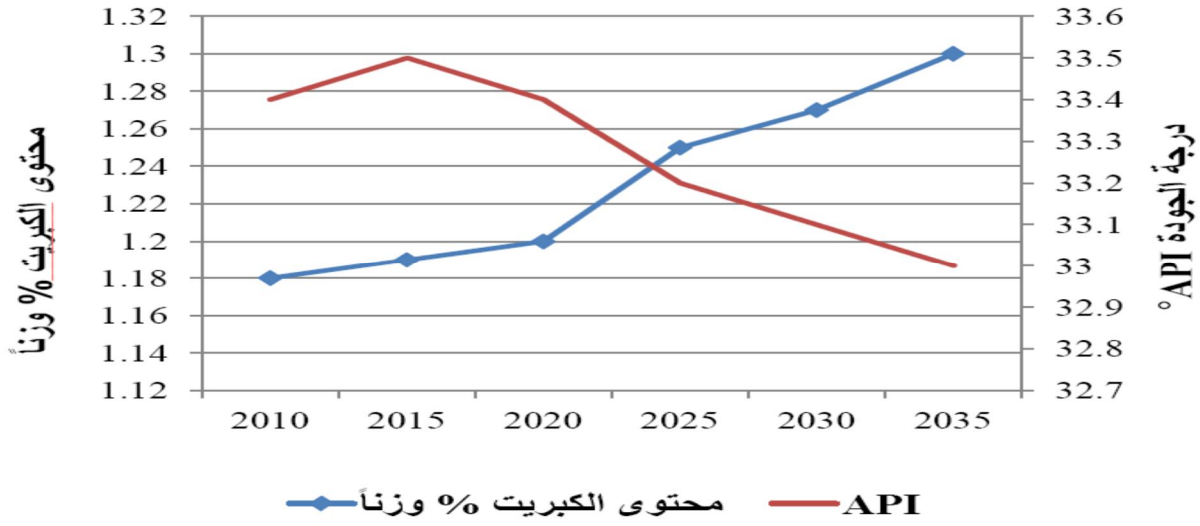
1.6. النفط الخفيف: بدرجة جودة أعلى من 31.1 درجة، أي أن كثافته النوعية أقل من 0.87؛

2.6. النفط المتوسط: بدرجة جودة بين 22.3 درجة إلى 31.1 درجة، أي أن كثافته النوعية بين 0.87 إلى 0.92؛

3.6. النفط الثقيل: بدرجة جودة أقل من 22,3 درجة، أي أن كثافته النوعية أعلى من 0.92، ويتصف النفط الثقيل علاوة على كثافته العالية وانخفاض درجة جودته، بارتفاع لزوجته.

يشكل نقل وتكرير النفط الخام الثقيل مخاطر أكبر من تلك التي يسببها نقل وتكرير النفط الخام الخفيف، نظرا لاحتوائه على نسب عالية من الكربون، علاوة على العديد من الشوائب الأخرى، لذلك يطلق المزيد من ثاني أكسيد الكربون أثناء إنتاجه واستخدامه، مما يؤثر سلبا على البيئة، حيث أن كمية ثاني أكسيد الكربون التي تتولد أثناء عملية إنتاج النفط الثقيل تعادل ثلاثة أضعاف الكمية التي تتولد أثناء إنتاج النفط الخفيف. كذلك، يتم تسعير النفط الخام الثقيل بأقل من النفط الخام الخفيف، نظرا لارتفاع تكلفة استخراجه ونقله. وعلى الرغم من أن النفط الثقيل غالبا ما يتواجد على أعماق أقل بكثير من النفط الخفيف (والتي يفترض أن تقلل بشكل كبير من تكلفة الاستخراج) إلا أن إنتاج النفط الخام الثقيل يكلف نفقات إضافية. (منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول-أوابك، 2014، ص ص. 4-5)

الشكل رقم 7: توقعات تغير جودة النفط المنتج في العالم خلال الفترة 2010-2035



المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول-أوابك-، تكرير النفط الثقيل: التحديات والفرص، الأوراق الفنية لمؤتمر الطاقة العربي العاشر، أبو ظبي، 21-23 ديسمبر 2014، ص 6.

الجدول رقم 6: الأصناف الرئيسية للنفط الخام في العالم

النفط الخام			درجة الكثافة النوعية
مكان التصدير		التسمية	API
الشرق الأوسط	العربية السعودية	العربي الخفيف	33°4
	العربية السعودية	العربي الثقيل	37°8
	دبي	فتح	31°5
	أبو ظبي	مرسان	39°6
	العراق	كركوك	36°2
	الكويت	كويت	32°
	إيران	الإيراني الخفيف	33°9
	إيران	الإيراني الثقيل	31°
إفريقيا	نيجيريا	بوني الخفيف	33°4
	الجزائر	صحاري	45°
	ليبيا	السيدر	37°
أوروبا الغربية	المملكة المتحدة	برنت	37°
	نرويج	إيكوفيسك	42°
أمريكا اللاتينية	فنزويلا	تياجونا	31°
	المكسيك	مايا	17°
أمريكا الشمالية	الولايات المتحدة الأمريكية	شرق تكساس الوسيط	43°6
	الولايات المتحدة الأمريكية	شرق تكساس سور	33°
	الولايات المتحدة الأمريكية	شمال آلاسكا سلوب	26°7

المصدر: Durousset Maurice, Le marché du pétrole, Ellipses, Paris, 1999, P. 10.

- **درجة الكثافة النوعية:**

يتم تصنيف النفط حسب المقاييس التجارية بالاعتماد على وزنه النوعي أو درجة كثافته (خفيف أو متوسط أو ثقيل)، ومحتواه من الكبريت (حلو أو حامض)، وهما عاملان يختلفان باختلاف موقع استخراجه. (هواري، 2018، ص. 7)

يعرف الوزن النوعي للنفط حسب معهد البترول الأمريكي (American Petroleum Institute,) API) بنسبة وزن حجم معين من المادة إلى وزن نفس الحجم من الماء، ونظرا لتغير حجم السوائل بتغير درجة الحرارة والضغط عليه، يقاس وزن حجم معين من النفط المراد قياس وزنه النوعي عند ظروف قياسية وهي 16 درجة مئوية وضغط جوي واحد. إن مصطلح درجة الكثافة النوعية هو عبارة عن معيار أو مؤشر لمعرفة نوعية وجودة النفط. فدرجة الكثافة النوعية تتراوح بين 1 و60 درجة. فكلما كانت درجة الكثافة النوعية عالية، دلت على كون النفط ذلك من نوعية جيدة (أي نفط خفيف)، وهذا ما يؤدي لزيادة سعره، وكلما كانت درجة الكثافة منخفضة، كان النفط من نوعية منخفضة أو غير جيدة أي كونه نفطا ثقيلا مما يجعل سعره منخفضا. (مخلفي، 2014، ص. 16)

يمكن تحويل قياسات الوزن النوعي إلى وحدات API باستخدام العلاقة التالية:

$$API = \left(\frac{141.5}{d}\right) - 131.5$$

حيث تمثل d الوزن النوعي للنفط عند الدرجة 60 فهرنهايت.

أما بالنسبة للفروق النوعية الأخرى فقد أصبح الفرق في نسبة الكبريت من أهم الفروق النوعية التي تميز بين أسعار النفط الخام، نظرا لأثره الكبير على تآكل المعدات والتجهيزات في مصافي تكرير النفط وقدرته العالية على تلويث الهواء الجوي. في الغالب، تتراوح نسبة الكبريت بالوزن تقريبا من صفر إلى 6%. بناء عليه تم تصنيف النفط الخام إلى نفط حلو تكون نسبة الكبريت فيه منخفضة، ونفط حمضي أو مر تكون نسبة الكبريت فيه عالية.

ترتفع جودة النفط كلما انخفضت نسبة الكبريت فيه. وقد كبرت أهمية هذه الميزة بعد تعاظم الاهتمام بنظافة البيئة وأصبحت الخامات ذات نسبة الكبريت الأقل، تحصل على علاوة تماثل القيمة اللازمة لتخفيض نسبة الكبريت إلى المستوى الذي تسمح به القوانين المعمول بها في الدول المستوردة. (مخلفي، 2014، ص. 16) ويوضح الجدول أدناه صورة عن نسب الكبريت في بعض أنواع النفط الإفريقية والآسيوية المصدرة.

يعتبر النفط الجزائري من أفضل أنواع النفط في العالم من حيث درجة نقاوته من الكبريت، ليليه النفط النيجيري والليبي. إن معيار درجة الكثافة النوعية للتدليل على نوعية وقيمة النفط ما هو إلا معيار شاع استعماله بصورة واسعة في الصناعة والسوق النفطية، حيث يمثل الجدول التالي أنواع النفط الخام ونسب المنتجات النفطية فيه لبعض البلدان.

يلاحظ من الجدول رقم 8 أدناه أن الجزائر وليبيا على الترتيب تتمتع بنفط رفيع لما تحتويه من نسبة صغيرة من الكبريت ودرجة عالية من الكثافة.

الجدول رقم 7. نسب الكبريت في بعض أنواع النفط الإفريقية والآسيوية

الدولة	نسبة الكبريت في نفطها (%)
الكويت	2.48
العراق	1.85
السعودية	1.60
إيران	1.40
قطر	1.05
ليبيا	0.45
نيجيريا	0.25
الجزائر	0.14

المصدر: (مخلفي، 2014، ص. 16)

الجدول رقم 8. أنواع النفط الخام ونسب المنتجات النفطية فيه

الدولة	نوع النفط	API	نسبة الكبريت (%)	النسبة النوعية للمنتجات النفطية (%)		
				خفيفة	متوسطة	ثقيلة
السعودية	متوسط	34.2	1.6	20,5	31.0	48.5
	ثقيل	27.3	2.84	16.0	23.25	60.75
الكويت	متوسط	31.3	2.48	19.35	25.30	55.35
إيران	متوسط	34.3	1.35	22.25	30.25	47.5
	ثقيل	31.3	1.85	21.15	26.85	52.0
العراق	خفيف	36.1	1.88	25.0	30.6	44.4
	متوسط	34.0	1.95	22.0	28.0	50.0
الجزائر	خفيف	44.0	0.14	35.0	36.0	29.0
نيجيريا	ثقيل	27.1	0.25	12.0	40.0	48.0
ليبيا	خفيف	39.2	0.45	26.2	31.7	42.2

المصدر: (مخلفي، 2014، ص. 17)

7. المنتجات النفطية:

إن النفط في صورته الخام لا يمكن الاستفادة منه بشكل كبير، ولكي يستفاد من هذا المورد الحيوي على أحسن وجه أوجب ذلك معالجته أو تحليله، عن طريق عمليات تكرير النفط. ينتج عن هذه العمليات عدد كبير من المشتقات النفطية، والتي تعتبر بدورها مصدرا لكثير من المنتجات الكيماوية اللاحقة كالطلاء، المطاط الصناعي، الألياف الصناعية، الصابون، المنظفات بمختلف أنواعها، الشمع، الزيوت، المتفجرات والأسمدة.... وغيرها من المنتجات النهائية.

هناك اختلاف كبير في نوعية المشتقات النفطية وكمياتها المستخرجة من نفط لآخر، تبعا لوجود أنواع كثيرة من النفط الخام. عليه، تصنف هذه المنتجات المشتقة بدورها إلى منتجات خفيفة أو ثقيلة أو متوسطة، ومن أهمها نذكر: (فريق القافلة، 2010)

1.7. وقود السيارات (البنزين) Gasoline:

يشكل الجازولين أو البنزين الوقود الأول المعتمد في السيارات في معظم بلدان العالم. كان يباع الجازولين عند بدايات إنتاجه في القرن التاسع عشر في قوارير صغيرة كدواء، ثم كمذيب ومنظف للملابس. يخضع الجازولين لعدد كبير من المعالجات الكيميئلية في مصافي التكرير لكي يصبح وقودا مناسبا للسيارات بنوعيه العادي والممتاز، أو كوقود للطائرات والطائرات المروحية، كما يستعمل في تحضير بعض أنواع وقود الطائرات النفاثة المدنية والعسكرية، وفي إنتاج بعض المذيبات الصناعية.

2.7. غازات البترول المسالة Liquefied Petroleum Gases:

هي خليط من غازي البروبان والبيوتان، واللذين يمكن تحويلهما إلى سائل تحت ضغط مرتفع، ويستخدمان كوقود في المنازل، وكمصدر للطاقة في بعض المصانع، وكوقود لمحركات بعض السيارات والحافلات.

3.7. الكيروسين Kerosene:

الكيروسين معروف منذ القدم، لكن منذ القرن التاسع عشر فقط، أصبح الكيروسين واحدا من أهم المشتقات النفطية الرئيسية الشائعة الاستخدام. يعد الكيروسين واحدا من أهم منتجات مصافي التكرير، ويحتوي على عدد من البارافينات وعلى النافثينات، ويستخدم كوقود منزلي للطبخ والتدفئة، كما أنه مكون رئيسي لوقود النفاثات، ويدخل أيضا في صناعة بعض المذيبات الصناعية والمذيبات المخففة في الدهانات التي هي عبارة عن مجموعة كبيرة من المركبات الكيميائية التي يتم مزجها مع بعض بنسب متفاوتة لتخفيف اللزوجة.

4.7. وقود الطائرات النفاثة:

يعرف هذا النوع بوقود الطائرات (كيروسين الطائرات) Jet Kerosene، ويستعمل لتشغيل المحركات التوربينية التي تعمل بشكل متواصل، عكس محركات السيارات ذات الاحتراق الداخلي، ويراعى عند تحضير وقود الطائرات النفاثة عدد كبير من المواصفات المهمة، لدواعي السلامة والأمان. فدرجة تجمده مثلا تبلغ 50 درجة مئوية تحت الصفر، بحيث يبقى سائلا في المناطق الباردة وفي طبقات الجو العليا، كذلك يجب أن يحتوي على رطوبة عالية، كما يجب أن يكون متجانسا وثابتا في تركيبه وذي محتوى حراري مرتفع. ويطلق على وقود الطائرات النفاثة المدنية اختصار JP1 بينما يدعى وقود الطائرات النفاثة العسكرية JP4، حيث تبلغ درجة تجمده 65 درجة مئوية تحت الصفر.

5.7. الديزل أو السولار Diesel or Solar:

الديزل هو الاسم الشائع عالميا لنوع من الوقود يتسم بقابلية أقل من قابلية الجازولين للاشتعال والانفجار. ولهذا يعتمد عليه بشكل رئيسي في العربات العسكرية والشاحنات، إضافة إلى بعض السيارات، والتدفئة المنزلية وما شابه. وفي بعض البلدان كبلدان المغرب العربي تستخدم كلمة مازوت للإشارة إلى الديزل. يحتوي الديزل أو السولار أو المازوت على البارافينات، كما يحتوي على النافثينات وبعض المواد العطرية أحادية وثنائية الحلقة، وعلى مركبات كبريتية ومركبات نيتروجينية. ينبغي أن يتمتع هذا النوع من الوقود بدرجة مناسبة من اللزوجة وأن يحتوي على نسبة محددة من الكبريت، حيث أن زيادة هذا العنصر في الوقود يؤدي إلى تآكل المحرك خلال وقت قصير نسبيا.

6.7. زيت الوقود Fuel Oil:

يستخدم هذا النوع من الوقود على نطاق واسع في الصناعة، وقد حل مكان الفحم الحجري منذ مطلع القرن العشرين، حيث يستعمل في الوقت الراهن لتشغيل محطات توليد الكهرباء الحرارية، وفي الصناعات الثقيلة كالتعدين وصناعة الإسمنت وصناعة الزجاج لتأمين الطاقة الحرارية اللازمة لتشغيلها.

7.7. الزيوت Lubricating Oils:

تعتبر زيوت التشحيم أهم هذه الزيوت، ويتم فصلها عن الزيت عند درجة غليان 300-370 درجة مئوية، وتتكون من زيت أساسي بنسبة 90%، في حين أن المواد المضافة لتحسين خصائصها، مثل المنظفات، ومضادات الأكسدة، تصنع بزيادة 10% المتبقية. تتميز زيوت التشحيم بلزوجتها المناسبة وثباتها هيدروليكيا

واستقرارها الحراري ونقطة التجمد المنخفضة، وتستخدم لتقليل الاحتكاك بين الأسطح المتصلة ببعضها البعض، كزيوت المحرك لمنع التآكل، وتعزيز قدرة المحرك لنقل الحرارة والطاقة.

8.7. الأسفلت Asphalt:

يطلق عليه البعض اسم البيتومين Bitumen، وهو خليط من المركبات الكيميائية عالية اللزوجة، لونه أسود، وهو أثقل المشتقات النفطية، وأعلاها في درجة الغليان. يحتوي الأسفلت على نسب متفاوتة من الكبريت وبعض المعادن الثقيلة، ويستخدم في رصف الطرقات، وعزل أسقف المنازل لمنع تسرب المياه.

9.7. الشمع Wax:

يسمى أيضا شمع البارافين، وهو صلب في درجة الحرارة العادية، ويغلى عن درجة حرارة تزيد عن 370 درجة مئوية. شمع البارافين يستخدم كمواد تشحيم، ويستخدم في تصنيع العديد من المواد مثل مواد مانعة للتسرب والشمع، والأقلام، ومستحضرات التجميل....

الجدول رقم 9. المنتجات النفطية المشتقلة من النفط الخام

الصنف	النوع	
المنتجات الخفيفة	الغاز الطبيعي	*Natural Gaz*
	بنزين السيارات	*Motor Gasoline*
	بنزين الطائرات	*Aviation Gasoline*
	كيروسين	*Kerosine*
المنتجات المتوسطة	زيت الغاز	*Gaz Oil*
	زيت الديزل	*Diesel Oil*
	زيت التشحيم	*Lubricants*
المنتجات الثقيلة	زيت الوقود	*Banker/ Fuel Oil*
	الأسفلت	*Bitumen*
	الشمع	*Wax*

المصدر: صباح أمجد، اقتصاديات النفط، محاضرات لطلبة المرحلة الثالثة، فرع النفط، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة البصرة، العراق، 2019، ص. 9.

8. مقياس الوحدة النفطية:

كل مادة أوجدها الإنسان إلا ووضع لها مقياسا معينا بهدف تحديد مقدار تلك الوحدة أو الوحدات. ولقد تنوعت واختلفت تلك المقاييس بمرور الزمن، إلا أنها أصبحت أكثر ثباتا ودقة وشيوعا في الاستعمال على النطاق العالمي في عصرنا الحاضر. وقد تكونت مؤسسات رسمية متخصصة في تحديد المقاييس. عليه، تم وضع مقاييس للثروة النفطية، بحيث أصبحت معروفة ومستخدمة عالميا وتعتمد هذه المقاييس إما على جانب الحجم أو الوزن بصورة غالبة. فالوحدة القياسية للنفط هي إما أن تكون بموجب الحجم أو الوزن. (مخلفي، 2014، ص 15)

1.8. الحجم: هناك مقياسين فيما يخص الحجم هما وحدة القياس الأمريكي وهي الوحدة الأكثر شيوعا واستعمالا في العالم، ويستخدم لها البرميل Barrel والذي يعادل 42 غالون أو ما يعادل 159 لتر. المقياس الثاني هو المتر المكعب ويعادل 6.28برميل وهذا المعيار يستعمل في بعض الدول خاصة في منطقة أوروبا الغربية كفرنسا وألمانيا.

2.8. الوزن: وهي وحدة قياس شائعة في استعمالها عالميا أيضا ويعتمد مقياس الطن Ton كوحدة قياسية لها رغم تنوع ذلك المقياس الطني، والقياس بالوزن ذو ثلاثة أنواع هي: الطن الطويل Long Ton ويعادل 1006 كغم، الطن المتري Metric Ton ويعادل 999 كغم، والطن القصير Short Ton ويعادل 906 كغم.

3.8. أما وحدة القياس للغازات الطبيعية فتعتبر وحدة القياس 1000 وحدة، إما أن يقال أو يعتمد 1000 قدم مكعب أو 1000 متر مكعب، هذا وأن المتر المكعب يعادل حوالي 35.31 قدم مكعب.

ثانيا: الصناعة النفطية

1. تعريف الصناعة النفطية:

تعرف الصناعة النفطية على أنها مجموعة النشاطات أو الفعاليات أو العمليات الصناعية المتعلقة باستغلال الثروة النفطية، سواء بإيجادها خاما وتحويل ذلك إلى منتجات سلعية صالحة للاستعمال والاستهلاك المباشر أو غير المباشر من قبل الإنسان.

كما تعرف أيضا على أنها الصناعة التي تتضمن على عدة مراحل وأنواع مختلفة، وهي تجمع الصناعة الاستخراجية والصناعة التحويلية وحالاتها ومراحل وصناعات متكاملة. فالصناعة النفطية تشمل إنتاج النفط والغاز، النقل والتكرير، التسويق والتوزيع وكذلك الصناعات المرتبطة بها أي الصناعات القائمة على المنتجات النفطية أو ما يطلق عليها البيتروكيماوية. (دوادي و سليماني، 2016، ص. 7)

لقد أصبح شائعا ومعروفا لدى المعنيين بالشؤون الاقتصادية وكذلك هيئة الأمم المتحدة التمييز والتفريق بين الصناعات المختلفة بصورة خاصة بين الصناعات الاستخراجية والصناعات التحويلية. (رحمان، 2008، ص. 6)

- **النشاط الاقتصادي الصناعي الاستخراجي (الصناعة الاستخراجية):** تهدف هذه الصناعة إلى استخراج مورد النفط من باطن الأرض وتسويقه بعد إجراء ما يستلزمه هذا التسويق من تركيز أو تنقية أو تعبئة... في المركبات. حيث تندرج هذه الصناعة ضمن مرحلة المنبع من نشاط الصناعة النفطية.
- **النشاط الاقتصادي الصناعي التحويلي (الصناعة التحويلية):** تهدف هذه الصناعة إلى تحويل تلك المواد الأولية إلى أشكال أخرى تزيد من مجالات استخراجها لخدمة المزيد من الأغراض الإنتاجية أو الاستهلاكية. حيث تندرج الصناعة التحويلية ضمن مرحلة المصب من نشاط الصناعة النفطية.

2. تاريخ الصناعة النفطية:

بدأ تاريخ الصناعة النفطية في منتصف القرن التاسع عشر في الولايات المتحدة (تمت أول عملية حفر في بنسلفانيا في العام 1859). وأطلقت أكبر أول شركة نفطية في العام 1870، باسم ستاندار أويل (Standard Oil)، بزعامة جون دي روكفلر. وفرضت تلك المؤسسة ذاتها بشكل سريع كعامل لا يمكن تجاوزه في السوق النفطية الأمريكية بتحكمها بنسبة 80% من مصافي النفط، و90% من خطوط أنابيب النفط العام 1880. و تسببت تلك الهيمنة الهائلة بسيل من الانتقادات اللاذعة، حتى تم في العام 1911 حل الشركة وفقا لقانون مكافحة الاحتكار (يطلق عليه أيضا قانون شيرمان). ونشأ عن إغلاق الشركة ظهور مؤسسات عديدة في صناعة النفط، منها شركة إكس أون، موبيل، شيرفون، أركو وأماكو. واندمجت الشركتان الأوليان في العام 1998. وأما في بداية القرن العشرين، فكان دور الأوروبيين إنشاء شركاتهم الكبرى. في العام 1901 حصل الدبلوماسي البريطاني دبلفيه دارك على أول حق امتياز من الشاه الإيراني. واتخذت الشركة أسماء عديدة على مر السنين، واستقرت في النهاية في العام 1954 على اسم BP (شركة النفط البريطانية). في الوقت نفسه تم انشاء الشركة الملكية دوتش شيل الهولندية، والتي باشرت العمل في البداية في بعض المناطق المحددة في جزر الهند الشرقية (أندونيسيا). كما عرفت الصناعة النفطية في تلك الفترة أيضا تحولا كبيرا مع تطور السيارات. فحتى ذلك الوقت كان النفط يستخدم للإضاءة (المصابيح) بشكل أساسي، بيد أن النفط كان على أهبة أن يحظى باستخدام جديد ذي توسع وتطور دائم. (لودوفيك، 2014، ص ص. 26-27)

قامت الشركات الكبرى، في عشرينات القرن الماضي، بغية الحفاظ على إيراداتها، بتوقيع اتفاقيات لتقاسم الأسواق العالمية، وللمشاركة في توزيع المنتجات المصفاة. وقد خصصت هذه الاتفاقيات في المقام الأول للحفاظ على الأسعار المرتفعة دعما لمصالحها.

بعد الحرب العالمية الثانية بدأ تدريجيا تحدي البلدان المستهلكة والبلدان المنتجة للنفط لاتحاد الشركات الكبري. فقد رأت البلدان أن ارتباطها بالشركات الكبرى يكبر، في حين كانت هذه الشركات ترى أنها لا تجني إلا جزءا صغيرا من دخل النفط. فأنشأت البلدان المستوردة للنفط لنفسها شركات نفط وطنية. فأنشأت فرنسا في العام 1945 مكتب البحوث النفطية، وفي العام 1953 أنشأت إيطاليا بدورها الشركة الوطنية للهيدروكربونات، وبدأت الشركات المستقلة الأمريكية ببحثها عن آبار نفط جديدة. فيما يخص البلدان المنتجة للنفط فكانت تريد الاستفادة من مصادرها. وانطلقت مفاوضات مع الشركات الكبرى من أجل رفع الإنتاج واقتسام عائدات استخراج النفط بشكل عادل. وكان لوصول منافسين جدد في الساحة يقدمون شروطا مميزة أكثر وتنامي قوة البلدان المصدرة للنفط أن يوازن علاقات القوة في مجال النفط، حيث أنشأت خمس بلدان هي المملكة العربية السعودية، العراق، إيران، الكويت وفنزويلا، منظمة البلدان المصدرة للنفط أوبك (OPEC) العام 1960، وكانت تهدف إلى التحكم من جديد في مقوماتها الطبيعية من النفط، والاستفادة منها أكثر، بعدما كانت تسيطر عليها الشركات المتعددة الجنسيات حتى ذلك الحين. (لودوفيك، 2014، ص. 28)

3. خصائص الصناعة النفطية:

يعتبر النفط أهم سلعة عالمية، فهو الوقود الأكثر استخداما في العالم وهو الأكثر إنتاجا وتبادلا على المستوى التجاري. تختص الصناعة النفطية عموما بمجموعة من السمات تجعلها متميزة عن بقية النشاطات الاقتصادية الصناعية الأخرى، نذكر من أهمها ما يلي: (عباس، 2016، ص ص. 383-384)

- **ضخامة رؤوس الأموال:** تتسم الصناعة النفطية بضخامة حجم الاستثمارات الرأسمالية اللازمة في المراحل الأولى، مما يعني ضخامة حجم النفقات الثابتة، وتعتبر هذه الخاصية السبب الرئيسي في اعتماد معظم الدول المنتجة للنفط على الشركات العالمية في بدء إنتاج النفط لكون معظم الدول النامية لا تملك التكنولوجيا ورؤوس الأموال لإقامة مثل هذه الصناعة في ذلك الحين. وأمام تطلب هذه الصناعة كل هذه الأموال كانت الشركات السبع الوحيدة التي تملك القدرة على الاستثمار في هذا المجال.
- **تحمل مستوى مرتفع من المخاطر:** تتميز الصناعة النفطية بارتفاع هوامش المخاطرة في معظم المراحل الإنتاجية، وهذه المخاطرة قد تكون طبيعية مثل تزايد ظاهرة الآبار الجافة أو فنية مثل الحوادث أو العقبات الفنية، وقد تكون مخاطر سياسية أو اقتصادية تؤدي إلى توقف الإنتاج.
- **الكفاءة الإنتاجية (اقتصاديات الحجم):** وهي تمثل المستوى الذي يصله الإنتاج عند أقل تكلفة ممكنة، والصناعة البترولية تتطلب إنتاجية مرتفعة نظرا لضخامة رؤوس الأموال المستعملة عند الاستثمار، وترتبط الزيادة في الكفاءة خاصة بالوسائل التكنولوجية المستخدمة والتحكم في التكنولوجيا المعقدة أثناء عمليات

الاستكشاف والتنقيب والتكرير....

- تتصف الصناعة النفطية بالتقدم التكنولوجي الذي تقتضيه عملياتها الفنية المعقدة من الهندسة الكيميائية ووسائل التحكم الآلي الذي يحتاج مهارات فنية عالية.
- تعد الصناعة النفطية من الصناعات الأوتوماتيكية التي تعتمد على عدد أقل من العنصر البشري، ولكن من ذوي المهارات العالية، وبقدر ما تتطلب هذه الصناعة عددا أقل من العمال تتطلب عددا أكبر نسبيا من الإدارة المتطورة المتجددة التي تتجاوب بسرعة مع درجة التطور التكنولوجي، وقدرتها على اتخاذ القرارات المناسبة لتسيير عمليات الإنتاج.
- تتسم الصناعة النفطية بارتفاع طول عمر الحقل النفطي، وذلك يرتبط بحجم الاحتياطي المكتشف في الحقل بالمقارنة مع معدلات الإنتاج السنوية، لذا فإن الحقول النفطية غالبا ما تتسم بأمد نضوب يفوق نظيراتها من المعادن الأخرى.
- إن المادة الأولية التي تقوم وتعتمد عليها الصناعة والنشاط النفطي هي مادة ناضبة وغير متجددة في الطبيعة، أي أن حياة الصناعة النفطية هي لفترة زمنية محدودة ومعلومة. وعليه، فإن الصناعة النفطية تتوقف على مدى تطور نسبة تقديرات الاحتياط النفطي والذي سيتم التطرق إليه في المحاور الموالية.
- تتطلب عمليات الإنتاج الصناعي النفطي الترابط بين العلاقات المختلفة أثناء عمليات الإنتاج، أي ما يدخل إليها من مستخدمات، وما يخرج منها من نواتج، وتقاس هذه العلاقات عن طريق جداول المستخدم-المنتج أو ما يسمى بالروابط الصناعية **Linkages**.
- ضخامة الاستثمار في البحث والابتكار، وذلك لاختصار العمليات الوسيطية إلى أقل قدر ممكن، وأيضا لتحقيق مشتقات تتمتع بمزايا فنية واقتصادية تفوق ما تتمتع به المشتقات المعروضة من الشركات الأخرى.
- تتميز الصناعة النفطية بالتكامل الرأسي، حيث تتداخل مراحل إنتاج النفط بصورة يصعب معها أحيانا الفصل بين نفقات بعض المراحل وبعضها الآخر. ويمكن تلخيص هذه المراحل في (البحث والاستكشاف، الحفر والتنقيب، الاستخراج والإنتاج، التجميع، النقل، التخزين، التقطير، التنقية، التكرير، المزج والتركيب، التصنيع، التوزيع والتسويق).

4. مراحل الصناعة النفطية:

يمكن إدراج مراحل الصناعة النفطية ضمن مرحلتين أساسيتين، وهما مرحلة المنبع (Amont/Upstream)

ومرحلة المصب (Aval/Downstram).

1.4. مرحلة المنبع: تدعى هذه المرحلة بالمرحلة العليا، وتضم هذه المرحلة جميع الأنشطة والعمليات ذات الطابع الإداري، الجيولوجي، التكنولوجي والاقتصادي، والتي تهدف إلى تحديد تواجد النفط، كميته، أنواعه وميزاته. تنطوي هذه المرحلة في العادة على ثلاث مراحل أساسية:

1.1.4. مرحلة البحث والاستكشاف:

تهدف هذه المرحلة إلى تحديد تواجد النفط الخام نظريا وعلميا، وكل ما يتعلق بنوع الثروة النفطية وكمياتها والمردودية الاقتصادية للنفط المتواجد، إذ تتوقف المراحل المتبقية على نجاح المهمة الخاصة بالتنقيب. (صباح، 2019، ص. 20)

إن ميزانيات البحث والاستكشاف في منافسة مباشرة مع فرص الكسب، فمثلا إذا أنفقت شركة مبلغا لإيجاد النفط أكثر مما تنفقه لشراء الكمية المعادلة من السوق فهنالك حافز ضئيل لمتابعة الاستكشاف؛ بالمقابل، إن اسطاعت الشركة اكتشاف احتياطي بكلفة منخفضة فلديها هامش منافسة مهم يسمح لها بإنجاز المزيد من الاستكشاف وإيجاد احتياطات ومكامن نفطية وتطويرها بربحية. تتمحور عمليات البحث والاكتشاف في ثلاث مناطق رئيسية هي: (صالح كريم، ص. 2)

- البحث عن مناطق جديدة للنفط والغاز الطبيعي لم تتم دراستها من قبل للتأكد من احتمال احتوائها على النفط؛
- البحث عن مناطق وأقاليم جديدة لتراكمات النفط والغاز الطبيعي، وذلك في نطاق موقع تم اكتشاف البترول أو الغاز الطبيعي في أحد أجزائه؛
- اكتشاف حقول جديدة في نطاق المواقع التي اكتشف فيها وجود تراكمات للنفط والغاز الطبيعي.

يجب على شركات النفط في معظم البلدان التعامل مع مالكي المواقع أو مع الحكومات، من أجل السماح لها بالبحث والاستكشاف، وتحصل على عقد امتياز الاسكتشاف، والذي يمنحها الحق فيما بعد في التنقيب وحفر الآبار وإنتاج النفط أو الغاز في الموقع. يمكن للحكومة أن تأخذ حصتها بأشكال عديدة، كأن تأخذ علاوة التوقيع، أي دفعة مسبقة عندما توافق على التنقيب، كما يمكن للحكومة ان تأخذ حصتها بالاحتفاظ بقسم من إنتاج النفط أو بفرض ضرائب على الإنتاج أو الأرباح أو الحصول على إتاوات؛ يمكن كذلك اعتماد نظام آخر، وهو نظام عقود مشاركة الإنتاج، وحسب هذا النظام فإن الدولة المضيفة لها نظريا سيطرة نهائية على النفط، بينما يقتصر دور الشركة على استخراج واستنفاذ هذا النفط وفق العقد. (بورحلة، 2017، ص. 32)

تختلف طرق استكشاف المكامن النفطية باختلاف المراحل الرئيسية لأعمال البحث، وتوظف العديد من التقنيات في الصناعات النفطية والغازية من أجل تحديد أماكن تواجد النفط والغاز. فحالما يتم اختيار منطقة الاستكشاف تبدأ النشاطات التقنية لتحديد الحوض الترسيبي الحاوي على الهيدروكربون، حيث يتم إجر اء العديد من المسوحات، باتخدام طرق عديدة، نذكر منها: (صالح كريم، ص ص. 5-11)

o المسح الجيولوجي Geological Survey :

يتم فيها دراسة التكوينات الصخرية والعصور الجيولوجية والأحافير، وإجراء عمليات المضاهاة الصخرية والأحفورية ورسم الخرائط الجيولوجية وإعداد تقرير شامل عن المنطقة. يتم المسح الجيولوجي بطريقتين هما المسح الجيولوجي البري والمسح الجيولوجي الجوي.

o المسح الجيوفيزيائي Geophysical Prospecting:

توجد طرق مسح جيوفيزيائية متعددة تطبق بشكل دوري في البحث عن التراكمات النفطية الكامنة. تستجيب هذه الطرق لتغيرات الخصائص الفيزيائية لما تحت سطح الأرض بما فيها الصخور والفجوات، وتحدد الحدود التي تتغير عبرها الخصائص. وهي تتفرع بدورها إلى العديد من الطرق هي:

- **المسوحات الجاذبية Gravity Surveys:**

تقيس طريقة الجاذبية التغيرات الصغيرة في حقل الجاذبية الأرضية المسببة من تغيرات الكثافة Density في التكوينات الجيولوجية. سمح تطوير تقنية الجذب الجوي أو التثاقلي بمسح المناطق التي يتعذر الوصول إليها، إضافة إلى مسح أحواض أكبر بكثير مما هو ممكن عمليا بأدوات المسح القاري.

- **المسح الميغناطيسي Magnetic Survey:**

تقيس الطريقة الميغناطيسية التغيرات في المجال الميغناطيسي الأرضي المتسببة من تغيرات الخواص المغناطيسية للصخور. تطبق الطريقة جويا باستخدام الطائرة أو القمر الصناعي مما يسمح بالمسح السريع ورسم الخرائط بتغطية جوية جيدة.

- **المسح الكرومغناطيسي المتحكم به لمسح قاع البحر Seabed Logging CSEM:**

تعتبر هذه الطريقة تقنية يتحكم فيها عن بعد، وتستخدم إشارات كهرومغناطيسية منخفضة التردد تصدر من منبع قريب من قاع البحر. تعمل هذه الطريقة بشكل أفضل في المياه العميقة (أكثر من 500 متر) في مناطق تتميز

بتتابعات من حجر رملي_طين صفيحي، وهي مفيدة خاصة في مسح المكامن الكبيرة حيث تكون الطرائق البحرية الأخرى أقل عملية أو أقل اقتصادية، وهكذا تخفض المخاطرة وتحسن فرص النجاح للسماح باستهداف الآبار بطريقة أكثر تطورا.

- **المسح الزلزالي Seismic Survey:**

كانت المسوحات الزلزالية ورسم الخرائط سابقا تعتمد على استخدام التقنيات المنتشرة آنذاك والتي تتضمن المقاطع الزلزالية باستخدام المواد المتفجرة والحفر المكرز لغرض تحديد المكامن ومناطق العطاء النفطي، أما في طرق الاستكشاف الحديثة فيتم استخدام المقاطع الزلزالية الانعكاسية غير الانفجارية. ويتم المسح الزلزالي بطريقتين اعتمادا على طبيعة الأرض التي تم إجراء المسح فيها، حيث تجري عملية المسح إما في مناطق اليابسة أو في المناطق المغمورة بالمياه.

2.1.4. مرحلة الحفر والتنقيب:

سواء تعلق الأمر بالهيدروكربونات الموجودة في باطن الأرض أو في قاع البحار، فإن الوسيلة الوحيدة لإثبات وجودها بشكل قاطع هو الحفر والتنقيب، فهو الذي يؤكد أو ينفي في استنتاجات الجيولوجيين وجود النفط والغاز في هذا المكان من عدمه. (رحمان، 2008، ص. 7)

تتميز هذه المرحلة من النشاط الاقتصادي النفطي بعنصر المغامرة أو المخاطرة على تنوعه واختلافه من منطقة وبلد إلى آخر، وعنصر المغامرة والمخاطرة مرتبط وناجم عن طبيعة هذا النشاط حيث يتم إنفاق لرؤوس أموال كبيرة ولفترة زمنية ليست بالقصيرة، ولشيء مادي وكامن في باطن الأرض قد يعثر عليه أو قد لا يعثر عليه، بعد القيام بعمليات البحث عنه وحفر الآبار التجريبية.

يجب التدقيق في اختيار مواقع الآبار خاصة الاستكشافية منها، حيث هي التي توضح مدى صحة المعلومات التي تم تجميعها سابقا في مرحلة البحث والاستكشاف. إن الدقة في اختيار مواقع الآبار لا تحتمها الناحية العلمية فقط بل الناحية الاقتصادية كذلك بسبب التكلفة. إن الخطأ في اختيار موقع البئر الاستكشافي يمكن أن يؤدي إلى عدم العثور على النفط رغم وجوده، وذلك بسبب عدم الوصول إلى المكمن. كما يعتمد على نتيجة حفر البئر الاستكشافي حفر الآبار التقييمية والإنتاجية.

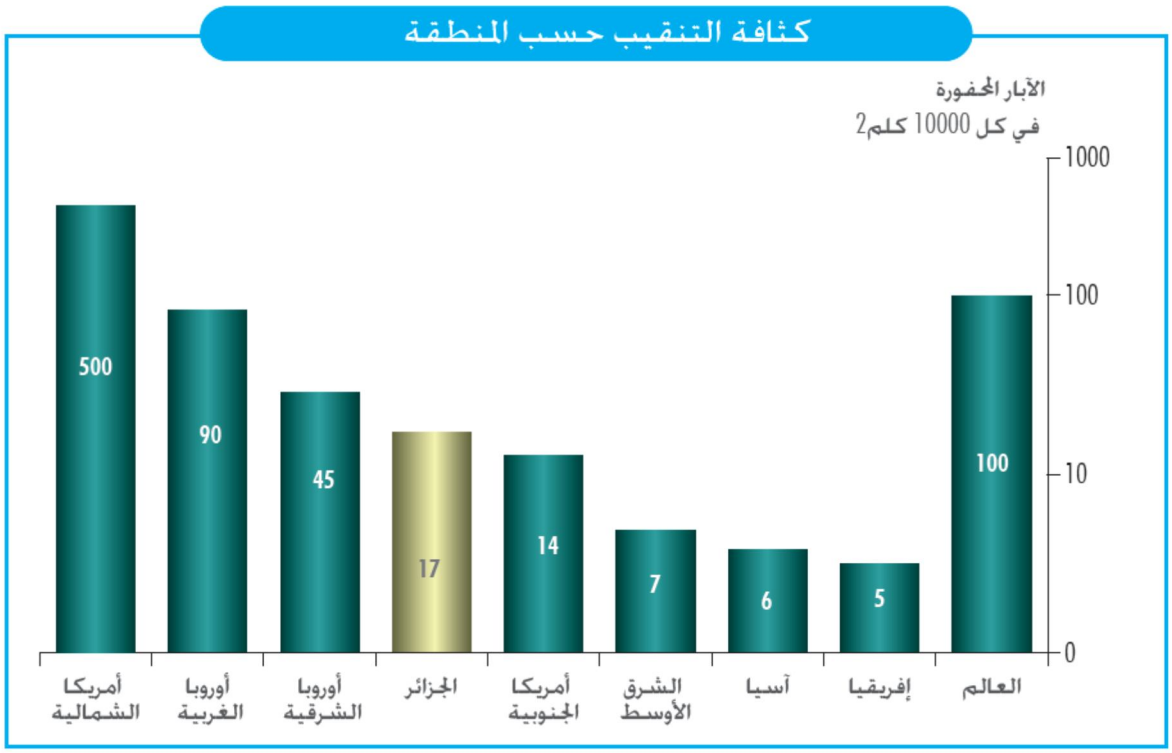
تعد عملية الحفر من أخطر مراحل البحث عن النفط وأكثرها نفقة، إذ تتراوح تكلفة الحفر في المناطق المغمورة ثلاثة أو أربعة أمثالها على اليابسة، حيث تتراوح تكلفة الحفر في المناطق المغمورة في العام 1990 من 6.7 إلى 57 مليون دولار، أما بالنسبة لليابسة فقد تراوحت ما بين 1.7 إلى 38 مليون دولار. حيث قدرت تكلفة الحفر

على اليابسة للشركة الوطنية الجزائرية سوناطراك بإحصائيات 2009 لبئر ZRG1 بقيمة 8.537.715 دولار. (مخلفي، 2013، ص ص. 10-11)

تتفاوت تكلفة التنقيب والعثور على النفط تفاوتا كبيرا من شركة لأخرى، كما تتفاوت داخل الشركة الواحدة من عام لآخر. ومن أمثلة التفاوت بين الشركات، انخفاض التكلفة إلى 3,29 دولار للبرميل في شركة BP بينما ترتفع نحو 24 دولار للبرميل في شركة Marathon؛ أما التفاوت من عام لآخر داخل الشركة الواحدة فنجدها في شركة Exxon Mobil التي انخفضت تكلفتها إلى 3.35 دولار العام 2000 بينما ارتفعت إلى 6.60 دولار العام 2001. كذلك هو الحال بالنسبة لشركة Enterprise Oil التي بلغت تكلفتها 14,75 دولار العام 2000 مقابل 6,44 دولار العام 2001. (مخلفي، 2013، ص. 11)

نظير المخاطر الكبيرة التي تتميز بها مرحلة الحفر والتنقيب قد تفشل الحكومات والشركات الوطنية في إبرام الكثير من عقود الحفر والتنقيب مع الشركات العالمية المختصة في هذا المجال. كمثال لذلك، فشلت شركة سوناطراك العام 2005 في اتمام عقود لجميع المشاريع المقترحة، حيث لم تبرم إلا 9 عقود من أصل 10 كانت مقترحة في نفس السنة، وقد تنخفض نسبة العقود المبرمة أحيانا إلى 30%، ففي العام 2001 أبرمت الشركة عقدين فقط من أصل 6 عقود مقترحة. (قريشي، 2016، ص. 184)

الشكل رقم 8: كثافة التنقيب حسب المناطق في العالم



المصدر: وزارة الطاقة، حصيلة إنجازات قطاع الطاقة والمناجم لسنة 2013، 2014، ص. 13.

يوجد صنف ثاني لعمليات الحفر والتنقيب يسمى الحفر التطويري، فبعد إيجاد الحقل يمكن أن يتم حفر آبار إضافية وتركيب المعدات السطحية اللازمة لجعل الحقل قادرا على خلق الفعالية والمردودية الاقتصادية اللازمة. وتتوقع الدراسات في هذا المجال أن ترتفع عدد الآبار الاستكشافية والتقييمية والتطويرية بمعدل 150%، أي من 500 بئر إلى 1250 بئر مغمور في السنة، وهذا ما سوف يساهم في تنشيط صناعة منصات الحفر، حيث سيحتاج العالم 95 منصة جديدة العام 2022 باستثمارات تصل إلى 65 مليار دولار. (بورحلة، 2017، ص. 34)

3.1.4. مرحلة الاستخراج والإنتاج النفطي:

وهي المرحلة الهادفة إلى استخراج النفط الخام من باطن الأرض ورفعه إلى سطح الأرض ليكون جاهزا أو صالحا للنقل والتصدير والتصنيع في الأماكن القريبة أو البعيدة، وفي داخل المنطقة أو البلد أو خارجه. وتتضمن هذه المرحلة النشاط المتعلق بتهيئة وصلاحية المنطقة النفطية للاستغلال الاقتصادي وسواء كان من الجوانب الفنية والتكنولوجية أو الإنشائية كاستعمال حفر الآبار النفطية الناجحة وتحديد عددها وجعلها صالحة للإنتاج أو الاستخراج، وإنشاء مختلف المعدات الميكانيكية من مكامن وأنابيب نقل وصهاريج تنقية وتجميع.... (مخلفي، 2005، ص. 8)

تتطلب هذه المرحلة فترة زمنية تتراوح بين 3-5 سنوات، ويتم استخراج النفط بطريقتين أساسيتين؛ الطريقة الأولى هي الطريقة الطبيعية، والتي تعني التدفق الطبيعي للنفط الخام من باطن الأرض بتأثير القوى الطبيعية الكامنة في البئر النفطي والمتكونة من الغاز المذاب أو الحر والقوة الجاذبية في المكمن النفطي، وهي طريقة منخفضة التكاليف خصوصا خلال الفترات الأولى من عمر البئر النفطي؛ أما الطريقة الثانية فهي الطريقة الاصطناعية التي تعتمد على التدخل الصناعي لغرض زيادة الضغط المكمني اللازم لاستخراج النفط الخام والمحافظة على تدفقه. يتم في هذه الطريقة استخدام طرق الرفع الصناعية من خلال طريقة الاستخلاص المدعم بواسطة الحقن بالغاز أو الماء أو الطرق الحرارية أو الحقن بالمحاليل المذيبة. تتميز هذه الطريقة بارتفاع التكاليف، إذ تصل تكلفة إنتاج الطن الواحد من النفط في الولايات المتحدة 80000 دولار، وفي الشرق الأوسط قد تصل إلى 50000 دولار. (صباح، 2019، ص ص. 21-22)

ترتكز مرحلة الاستخراج والإنتاج النفطي بشكل أساسي ومباشر على المرحلتين السابقتين، وتشكل المراحل الثلاث عملية إنتاج النفط الخام أو ما يطلق عليه بالصناعة الاسخراجية النفطية.

2.4. مرحلة المصب: تأتي هذه المرحلة مباشرة بعد مرحلة المنبع، وتدعى كذلك بالمرحلة الدنيا، حيث تعني مجموعة الأنشطة المختلفة والمتعددة التي تقوم باستغلال مادة النفط بعد استخراجه. وترتكز هذه المرحلة على

الجانب الاقتصادي والصناعي أكثر مما هو على الجانب النظري والمعرفي.حيث تقوم مرحلة المصب كسابقتها على مجموعة من المراحل المتسلسلة والمترابطة والمتكاملة عموديا فيما بينها، وتتجسد هذه المراحل في أربع مراحل هي:

1.2.4. مرحلة النقل النفطي:

تعتبر هذه المرحلة مهمة جدا في الصناعة النفطية، إذ يسوق النفط الخام ومنتجاته للاستهلاك الصناعي والتجاري والمنزلي، ويتم ذلك من خلال اختيار وسيلة النقل الملائمة تبعا للأوضاع الاقتصادية والسياسية، التي تتضمن مجموعة محددات أساسية مثل كميات النفط المستخرج، تكاليف النقل ومرونتها، توافر عناصر الاستقرار الأمني. تتضمن وسائل نقل النفط الطرق التالية: (رحمان وطواهر، 2013، ص. 20)

- **النقل عن طريق الأنابيب:**

تم مد أول خط أنابيب ناجح لنقل النفط العام 1865 من الحقول المنتجة في بنسلفانيا في الولايات المتحدة الأمريكية، وكان طوله حوالي 5 أميال، ثم انتشر النقل بواسطة خطوط الأنابيب بسرعة في أجزاء أخرى من العالم، حيث تطلب الإنتاج المتزايد واتساع الأسواق وجود وسائل استخراج وتوزيع هامة وموثوقة. إن مصطلح أنابيب (Oléoducs) تعني مجموعة من القنوات تعمل على نقل النفط والمنتجات النفطية بين مراكز الإنتاج ومراكز التوزيع أو بين محطات التكرير ومراكز التفريغ والاستعمال. هذه الأنابيب تكون مجهزة بمحطات للضخ على طول الأنبوب لضمان الضغط المناسب للنفط داخل الأنبوب. يعتبر النقل عن طريق الأنابيب أهم وسيلة لنقل النفط الخام، فهي أقل تكلفة مقارنة بباقي الطرق البرية للنقل، ومن ثم فهو الوسيلة الأساسية للنقل بين الولايات المتحدة الأمريكية وكندا، وأيضا بين مختلف الدول الأوروبية، كما تم إنشاء شبكة أنابيب في الشرق الأوسط لنقل النفط تمر بالعراق، سوريا، لبنان، السعودية، الأردن ومصر، من أجل نقل النفط من تلك المناطق إلى البحر المتوسط.

- **النقل عن طريق الناقلات (Tankers):**

تعتبر البحار والمحيطات هي أطول الأطراف وأكثرها استعمالا لنقل النفط الخام، ففي سنة 2006 حوالي 1,9 مليار طن من النفط تم نقلها بطرق بحرية، وهو ما يمثل 62% من الإنتاج العالمي. يتم النقل البحري للنفط بواسطة سفن أو بواخر مخصصة لهذا الغرض، وقد استمر توسع أسطول النقل البحري منذ اكتشافه العام 1869، حيث عرف النقل البحري تطورات كبيرة في وسائل النقل سواء في جانبها الكمي أو النوعي، حيث وصل حجم الأسطول العالمي لنقل النفط في العام 2019 إلى 567533000 طن من الحمولة الساكنة، أما الأسطول العالمي لنقل الغاز فقد وصل في نفس السنة إلى 69078000 طن من الحمولة الساكنة. (الأونكتاد، 2019، ص. 33)

- **وسائل أخرى للنقل:**

بالإضافة إلى نقل النفط عن طريق الأنابيب والناقلات، فإن هناك طرق أخرى استعملت لنقل النفط الخام والمنتجات النفطية، نذكر منها النقل عن طريق السكك الحديدية أو عن طريق الشاحنات، حيث تستعمل هذه الأخيرة إما من أجل نقل منتجات نفطية من نوع خاص أو عندما تكون المسافات قصيرة.

2.2.4. مرحلة التكرير أو التصفية النفطية:

مرحلة التكرير هي المرحلة الهادفة إلى تصنيع النفط في المصافي التكريرية لتحويله من صورته الخام إلى أشكال من المنتجات السلعية النفطية المتنوعة والمعالجة لسد وتلبية الحاجات الإنسانية إليها مباشرة أو للعمليات التصنيعية لمراحل صناعية لاحقة ومتعددة. يطلق على هذه المرحلة مرحلة الصناعة التحويلية، وهي بمثابة غربلة وتصفية لمادة النفط الخام من أجل الحصول على المنتجات النفطية بأنواعها المختلفة وذات الطلب الواسع والمتنوع والكبير. (رحمان، 2008، ص. 181)

هذه المنتجات النفطية المتنوعة، بعضها أساسي وبعضها الآخر ثانوي وبعضها خفيف كالبنزين والكيروسين، وبعضها ثقيل كالإسفلت والشمع وبعضها متوسط. يطلق على هذه المرحلة مرحلة الصناعة التحويلية، لأنها نشاط صناعي معتمد ومرتبط بالمادة الخام النفطية لتحويله إلى منتجات مصنعة. (مخلفي، 2013، ص. 13)

تتمحور عمليات التكرير أساسا في الخطوات التالية: (رحمان، 2008، ص ص. 8-9)

- **التقطير:** تعتبر أول عملية يمر بها النفط الخام أثناء معالجته، وهو أيضا عملية أساسية لأنها تسمح بتحليل أو تفكيك النفط إلى مختلف مشتقاته.
- **التكسير والتهذيب الكيماوي:** تتمثل هذه العمليات في تغيير التركيب الجزيئي لبعض المواد الناجمة عن التقطير بهدف الحصول على نسبة أكبر من المواد الخفيفة أو إعطائها خصائص كيماوية تستجيب لمتطلبات السوق.
- **التنقية:** تسمح بإزالة بعض الشوائب التي تحتوي عليها المواد المحصل عليها بعد هذه المعالجة المختلفة.

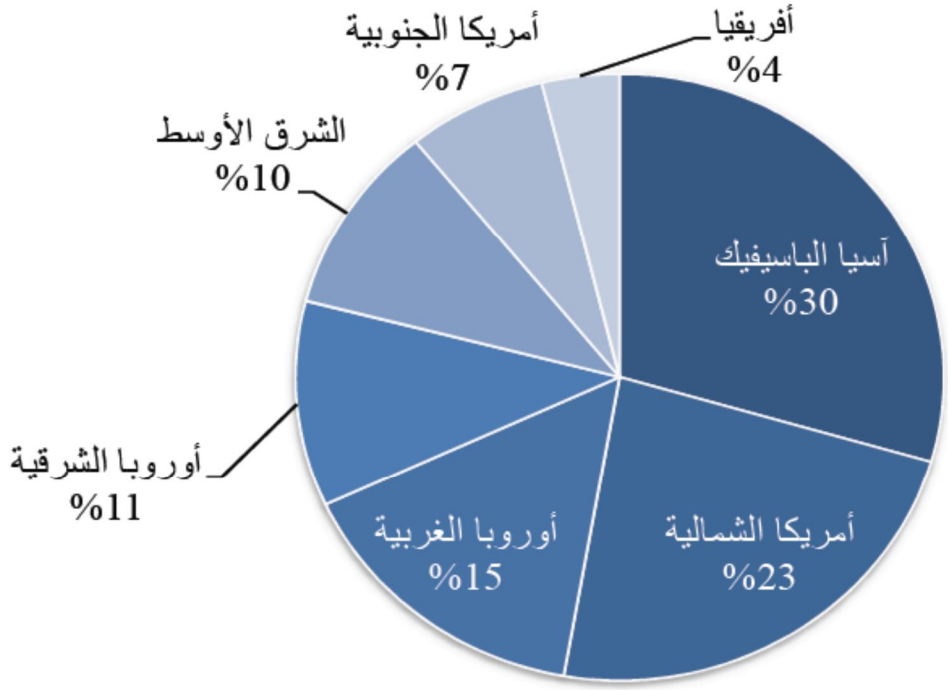
تجدر الإشارة إلى أن التكرير يرتبط بالنفط الخام، أما بالنسبة للغاز الطبيعي فيتعرض لعمليات التمييع، وهي تحويله إلى حالة سائلة نظرا لأن كثافته الضعيفة تعتبر عائقا أمام نقله على متن الناقلات لذلك يتم تحويله إلى حالة أكثر كثافة، وهي الحالة السائلة، وذلك بتبريده إلى درجة حرارة منخفضة جدا.

تتميز الصناعة التكريرية بروابط صناعية خلفية وأمامية واسعة، وتتأثر صناعة تكرير النفط الخام بمجموعة من

العوامل منها؛ حجم الطلب على المشتقات النفطية، نوع النفط الخام المستخدم في التكرير، السياسات النفطية للبلدان المنتجة والموقع الجغرافي. تتطلب دراسة عمليات التكرير التركيز على مجموعة من النقاط المهمة التي تتعلق بحجم الاستثمارات المطلوبة في التكرير، والتي تكون كثيفة رأس المال وتعتمد على مجموعة من العوامل منها؛ حجم مصافي النفط، حجم التقنية المستخدمة وحجم وحدات التصفية، طريقة التكرير، الموقع الجغرافي للمصفاة النفطية ومستوى تطور البلدان المنتجة للنفط. (صباح، 2019، ص ص. 23-24)

بلغ إجمالي الطاقة التكريرية في العالم 92899 ألف برميل يوميا، وعدد المصافي العاملة 637 مصفاة نهاية العام 2018. تأتي منطقة آسيا الباسيفيك في المرتبة الأولى، بطاقة تكريرية قدرها 27.4 مليون برميل يوميا ونسبة 30% من إجمالي الطاقة التكريرية في العالم؛ تليها أمريكا الشمالية بطاقة 21.62 مليون برميل يوميا ونسبة 23%؛ ثم أوروبا الغربية بطاقة تكريرية قدرها 14.24 مليون برميل يوميا ونسبة 15%. (أوابك، 2019، ص. 3)

الشكل رقم 9: توزيع نسب الطاقة التكريرية في مناطق العالم نهاية العام 2018.



المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول-أوابك-، صناعة تكرير النفط في العالم، أكتوبر، 2019، ص. 3.

3.2.4. مرحلة التسويق والتوزيع:

هي المرحلة التي تهدف إلى تسويق وتوزيع النفط إما بصورته الخام أو بعد التحويل إلى منتجات نفطية إلى مناطق

وأماكن استعماله واستهلاكه. قد تكون مراكز التوزيع مراكز رئيسية أو فرعية، حيث تتوفر فيها كافة المعدات والأدوات وأماكن الاستلام والتخزين للنفط الخام أو المنتجات النفطية وإعادة التوزيع. (بورحلة، 2017، ص. 36)

تحتاج هذه المرحلة إلى تحديد حجم الكميات المطلوبة من المنتجات المكررة في السوقين الداخلية والخارجية، وذلك من خلال: إجراء دراسات لتحديد حجم وطبيعة العرض والطلب للمشتقات النفطية في الأجلين القصير والطويل؛ تحديد الإجراءات اللازمة لتنفيذ عقود البيع والشراء للنفط الخام؛ تهيئة وسائل النقل المخصصة المرتبطة بعمليات الشحن والتفريغ؛ توفير التسهيلات الإدارية والخدمية لعمليات التسويق والتوزيع. عليه، تتطلب هذه المرحلة إمكانات وخبرات و اسعة في عمليات تسويق المشتقات النفطية، ومعرفة ودراية كافية بطبيعة السوق النفطية الدولية وتوجهات السوق المستقبلية. (صباح، 2019، ص. 24)

4.2.4. مرحلة التصنيع البتروكيمياوية:

تهدف هذه المرحلة إلى تحويل وتصنيع المنتجات السلعية النفطية إلى منتجات سلعية بتروكيماوية مختلفة ومتنوعة تعد بالمئات، كالأسمدة الزراعية والمنظفات والمبيدات والأصباغ والمواد البلاستيكية والأنسجة الاصطناعية.... تضم هذه المرحلة عددا واسعا وغير محدود من النشاطات الاقتصادية والصناعية المهمة والحيوية في المجمل الاقتصادي الوطني أو الدولي (لم يبدأ ظهورها للوجود إلا منذ فترة الثلاثينات من القرن العشرين وفي بعض الأقطار كالولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا).

تعتبر البيتروكيمياء من الصناعات الثقيلة، وتستعمل كمادة أولية بعض المشتقات النفطية الناتجة عن عملية التكرير أو تستعمل الغاز الطبيعي. وانطلاقا من عملية التكرير نتحصل على ما يسمى المواد الأساسية، وهي: الأثيلان، البروبيلان، البوتان، العطريات. وانطلاقا من كل واحدة من هذه المواد، يمكن صنع عدد لا متناهي من المشتقات وفق طرق معقدة للغاية. تستخدم هذه المشتقات كأساس لإنتاج المواد البلاستيكية، المنظفات، الأسمدة والمبيدات.... (رحمان، 2008، ص 181)

يمكن اعتبار مرحلة التصنيع البيتروكيماوي من ضمن المراحل الأخرى الأولية نظرا للترابط فيما بينهما واعتماد نشاطها الصناعي كله على المادة النفطية بصورتها وأشكالها المختلفة. وقد لا تعتبر هذه المرحلة من ضمن مراحل الصناعة النفطية نظرا للاستقلالية والانفعال فيما بين تلك المراحل، خاصة وأن العملية الإنتاجية النفطية تكتمل لوحدها بالمراحل السابقة الذكر فقط من دون مرحلة التصنيع البتروكيماوي.

يقتصر النشاط الصناعي النفطي في العديد من بلدان العالم على المراحل الستة الأولى من مرحلتي المنبع والمصب، في حين يمتد في العديد من البلدان الصناعية الأخرى إلى مرحلة التصنيع البتروكيماوي. بينما يقتصر نشاط

الصناعة النفطية في العديد من بلدان أوروبا الغربية وآسيا، التي لا تتوفر على الثروة النفطية في أراضيها، بل تقوم باستيراد المنتجات النفطية خاما، على الصناعة البتروكيماوية. (مخلفي، 2013، ص. 14)

5. المخزون النفطي:

1.5. أنواع المخزونات النفطية:

تنقسم المخزونات النفطية حسب ما هو متعارف عليه في الصناعة النفطية إلى قسمين: بناء على أنماط المخزون النفطي، أو وفق أهداف الاحتفاظ بالمخزون النفطي.

1.1.5. بناء على أنماط المخزونات النفطية: يتحدد هذا التقسيم في ثلاثة أنواع رئيسية من المخزونات، وهي المخزون الأولي والمخزون الثانوي والمخزون الثالثي: (أوابك، أنواع المخزونات النفطية، 2020)

- **المخزون الأولي (Primary Stocks):** هو المخزون الذي تحتفظ به الصناعة النفطية، والذي يدخل في عمليات الإنتاج والتكرير، وهو ما يعرف أيضا بالمخزون التجاري، بالإضافة للمخزون المحتجز لدى الحكومات، وهو ما يعرف بالمخزون الاستراتيجي، أو في موانئ التصدير بما فيها المنتجات النفطية في محطات التوزيع الرئيسية. ويعتبر المخزون الأولي هو الأكثر شيوعا وتداولا في تقارير ونشرات الصناعة النفطية.
- **المخزون الثانوي (Secondary Stocks):** يتضمن هذا المخزون على كميات النفط التي يحتفظ بها بائعو التجزئة وصغار الموزعين سواء في مراكز التوزيع الثانوية، أو في الصهاريج أو في محطات التعبئة.
- **المخزون الثالثي (Tertiary Stocks):** يعرف على أنه النفط الموجود لدى المستهلك النهائي مثل الغازولين في المركبات المختلفة، أو زيت التدفئة في وسائل التخزين المنزلية.

بالرغم من أن حجم المخزون الثانوي والثالثي أكبر من المخزون الأولي، إلا أنه لا يمكن التحقق بشكل دقيق من مستواهما، وبالتالي تتم معاملتهما باعتبارهما عاملا مجهولا في المخزونات النفطية رغم تأثيرهما غير المباشر على الأسواق النفطية.

2.1.5. وفق أهداف الاحتفاظ بها: تعد أغراض الاحتفاظ بالمخزون على قدر عال من الأهمية للأسواق النفطية إذ يمكن التمييز بين المخزون غير القابل للتصرف والمخزون القابل للتصرف. (أوابك، أنواع المخزونات النفطية، 2020)

- **المخزون غير القابل للتصرف (Non-Discretionary Stocks):** يشير إلى المخزون الواجب الاحتفاظ به لتسيير عجلة صناعة النفط، أي أنه مخزون تحكمه ظروف الطلب وطبيعته. وينقسم المخزون غير القابل للتصرف إلى ثلاثة أجزاء:
- **المخزون الاستراتيجي (Strategic Stocks):** هو المخزون الواجب الاحتفاظ به بناء على التشريعات الحكومية لضمان أمن الإمدادات، مثل المخزون الاستراتيجي الأمريكي.
- **المخزون التشغيلي الأدنى (Minimum Operating Stocks):** يشتمل على النفط الضروري لتسيير نظام الإمدادات مثل ملئ النفط في خطوط الأنابيب، والنفط العالق في أسفل الصهاريج الذي يصعب ضخه وتزويد المستهلكين به.
- **المخزون العابر (In-Transit Stocks):** يقتصر على النفط الخام فقط الذي تم نقله على متن الناقلات. ويشتمل على نوعين هما المخزون في أعالي البحار، والمخزون العائم بالقرب من مناطق الاستهلاك الرئيسية.
- **المخزون القابل للتصرف (Discretionary Stocks):** تحتفظ به الشركات النفطية بمحض اختيارها لأغراض أخرى لا تعد حيوية بالنسبة لنظام الإمدادات العالمي، كالتحوط الإضافي من الانقطاع المفاجئ في الإمدادات.
- **المخزون التجاري القابل للاستخدام (Usable Commercial Stocks):** يشتمل على المخزون التجاري لدى الشركات النفطية و الذي يزيد عن الحد الأدنى من مستويات التشغيل المطلوبة، وهي 55 يوما، بالإضافة إلى مخزون الأمان المحتفظ به من قبل الشركات قرب مراكز الاستهلاك الرئيسية.
- **مخزون الدول المنتجة:** يشتمل على النفط الخام الذي تحتفظ به الدول المصدرة حيث تتوفر لدى العديد منها قدرات تخزينية كبيرة نسبيا عند موانئ التصدير.

2.5. وضعية المخزون النفطي في العالم:

تعتبر حركة المخزون النفطي وبخاصة الدول الصناعية أحد المؤشرات المؤثرة في سوق النفط والأسعار، خصوصا خلال فترات الأزمات، حيث تتوافق عمليات بناء المخزون وزيادته مع الزيادة في الطلب العالمي على النفط، وكل سحب من هذه المخزونات تعني زيادة الإمدادات النفطية في السوق. (صندوق النقد العربي، 2021، ص. 120)

شهدت المخزونات النفطية العالمية، التجارية منها والاستراتيجية، ارتفاعا كبيرا في العام 2020، في ظل فائض المعروض النفطي على خلفية الانخفاض الحاد في الطلب على النفط بسبب جائحة كوفيد-19، لتبلغ 10.135 مليار برميل، مرتفعة بنسبة 13,2% مقارنة بالعام 2019، وانخفضت المخزونات النفطية العالمية بعد ذلك بدعم من تراجع الإمدادات النفطية على خلفية اتفاق دول أوبك+ وتحسن الطلب عقب تخفيف القيود المفروضة للحد من انتشار فيروس كورونا لتبلغ 9.380 مليار برميل مع نهاية الربع الرابع من العام، مرتفعة بنحو 607 مليون برميل، أي بنسبة 6,8% مقارنة بالربع الرابع من العام السابق. (صندوق النقد العربي، 2021، ص. 120)

يذكر أن مخزون النفط الخام على متن الناقلات قد بلغ 1.295 مليار برميل نهاية العام 2020 مرتفعا بنحو 137 مليون برميل بالمقارنة مع نهاية العام 2019. يرجع ذلك بشكل رئيسي إلى بحث المتعاملين عن مساحات للتخزين العائم تزامنا مع نفاذ الطاقة الاستيعابية لمنشآت التخزين الرئيسية. (أوابك، 2021، ص ص. 57-59)

- المخزون التجاري في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية: بلغ المخزون التجاري في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية حوالي 3.070 مليار برميل في نهاية الربع الرابع من العام 2020، ليشكل ارتفاعا بواقع 168 مليون برميل بالمقارنة بمستوياته المسجلة في نهاية الربع الرابع من العام السابق. والجدير بالذكر أن كفاية المخزون التجاري في تلك الدول في نهاية العام 2020 قد بلغت مستوياتها حوالي 70.5 يوم من الاستهلاك، بارتفاع قدره 7,2 يوم مقارنة بالمستوى المسجل في نهاية العام السابق.

- المخزون الاستراتيجي الأمريكي: ارتفع المخزون الاستراتيجي الأمريكي إلى 638 مليون برميل في نهاية الربع الرابع من العام 2020، أي بواقع 3 مليون برميل بالمقارنة مع مستوياته المسجلة في نهاية الربع الرابع من العام السابق. تجدر الإشارة إلى قرار وزارة الطاقة الأمريكية في ماي 2020 المتعلق بشراء حوالي مليون برميل من النفط الخام منخفض الكبريت من أجل دعم مخزونها الاستراتيجي.

6. الاحتياطات النفطية:

1.6. تعريف الاحتياطات النفطية:

هو تعبير عام يشير إلى كميات النفط أو الغاز التي يتوقع أن تكون قابلة للإنتاج بشكل تجاري عند تطبيق مشاريع تطوير على تجمعات معروفة بدءا من توقيت معين وشروط محدودة. (أوابك، تصنيف المصادر والاحتياطات البترولية، 2020)

2.6. أنواع الاحتياطي النفطي: تنقسم الاحتياطات النفطية إلى ثلاثة أصناف رئيسية، هي: (أوابك، تصنيف المصادر والاحتياطات البترولية، 2020)

1.2.6. الاحتياطي المؤكد (Proved): هي الكميات التي بينت الدراسات الجيولوجية والهندسة بدرجة معقولة من اليقين أنه يمكن إنتاجها من مكامن معروفة ضمن شروط اقتصادية وفنية ومعايير تنظيمية محددة. وهي تنقسم بدروها إلى نوعين: الاحتياطات المطورة (Proven Developed)، وهي الاحتياطات المؤكدة التي يمكن إنتاجها باستخدام الآبار والبنى التحتية الموجودة فعليا في الحقل؛ والاحتياطات غير المطورة (Proven Undeveloped)، وهي الاحتياطات المؤكدة التي يحتاج إنتاجها إلى المزيد من البنى التحتية وعمليات الحفر.

2.2.6. الاحتياطي الممكن (Possible): هي كميات تقترح التحاليل الجيولوجية والدراسات الفنية الأخرى إمكانية وجودها لكن احتمال وجودها أو اكتشافها لا يتعدى 10%.

3.2.6. الاحتياطي المحتمل (Probable): هي كميات غير مؤكدة، لكن احتمال وجودها يبلغ 50%، وتستخدم للتعبير عن الاحتياطي المقدر لمنطقة لم يصل إليها الحفر، إلا أن المعطيات الجيولوجية المتوفرة تشير عند مقارنتها من مناطق أخرى معروفة إلى احتمال وجود النفط فيها.

ثالثا: الغاز الطبيعي

على الرغم من أن الغاز الطبيعي كان موجودا منذ فترة طويلة ، فقد برز على مدى السنوات ال 30 الماضية وشهدت الصناعة نموا سريعا في أواخر ثمانينيات القرن العشرين - أوائل تسعينيات القرن العشرين عندما ظهرت المخاوف البيئية كقضية عالمية رئيسية. في الألفية الجديدة عندما ظهرت مخاوف أمن إمدادات الطاقة، زاد الاهتمام بالغاز الطبيعي بسبب توزيعه الأفضل للاحتياطيات. بحلول العام 2009، شكل الغاز الطبيعي حوالي 24 ٪ من الطلب العالمي على الطاقة الأولية في المتوسط. شهدت الصناعة تطورات كبيرة خلال تاريخها من حيث هيكل السوق والتغيرات التكنولوجية وكذلك الأبعاد الاقتصادية والسياسية. على الرغم من أن صناعات النفط والغاز غالبا ما يتم النظر إليها بطريقة مماثلة، إلا أن هناك اختلافات كبيرة بينهما. يعد الغاز الطبيعي أحد البدائل الرئيسية للنفط لما يتميز من خصائص وإيجابيات عن البدائل الأخرى. ونحاول فيما يلي التعرف على هذه الخصائص فيما يتعلق بالإنتاج والتسويق والاحتياطات للغاز الطبيعي، والوقوف على معوقات استخدام هذا البديل.

1. مفهوم الغاز الطبيعي: الغاز الطبيعي هو خليط من الغازات القابلة للاحتراق، حيث تتكون هذه الغازات عادة من الهيدروكربونات مثل الميثان والإيثان والبروبان والبنثان وغيرها، والتي تتغير نسبها ومكوناتها من حقل لآخر، وهو في صورته النقية عديم اللون والشكل، ولا رائحة له، وإن خاصية قابلية الاحتراق تولد لنا قدرا كبيرا من الطاقة.

اكتشف الغاز الطبيعي في مطلع القرن العشرين، عندما عثر عليه أول مرة في ولاتي فرجينيا ونيويورك في الولايات

المتحدة الأمريكية حوالي العام 1920. وقد بقي الغاز المنتج حتى الحرب العالمية الثانية في معظمه غازا مرافقا، وهو ما برر إحراقه وإهداره على النحو السائد في تلك الفترة. وذلك لأن أسواق الاستهلاك كانت بعيدة عن استيعاب الكميات المنتجة، كما أن وسائل نقله لم تكن متطورة؛ غير أن ازدياد الطلب على الطاقة بعد الحرب العالمية الثانية وحدوث تطور تكنولوجي هائل في مجال استخدام الأنابيب كواسطة لنقل الغاز عبر شبكات واسعة ساهم في تطور إنتاجه والبحث عنه.

2. خصائص الغاز الطبيعي:

يتمتع الغاز الطبيعي مقارنة بالنفط أو الطاقات الأخرى بعديد الخصائص والمزايا، نجملها في النقاط التالية:

- الغاز الطبيعي هو هيدروكربون مختلف - وليس منتجا ثانويا للنفط. وبالتالي، فإن قاعدة موارده غير مرتبطة بقاعدة النفط. الظروف الجيولوجية للغاز أقل قسوة بكثير من تلك الخاصة باستضافة النفط. يمكن العثور على الزيت في شكل سائل حتى عمق معين وفي أعماق أعلى ينفصل الزيت إلى غاز. ولكن بالنسبة للغاز ، لا توجد حدود عمق من هذا القبيل، مما يعني أنه يمكن العثور على الغاز في ظروف مختلفة عن ظروف النفط. لذلك ، الغاز أكثر وفرة وانتشارا (Rogner 1989).
- الغاز الطبيعي هو مورد أكثر تنوعا من النفط من حيث التوافر. على الرغم من أن دول الشرق الأوسط و وروسيا وآسيا الوسطى تمثل معا حوالي 70٪ من احتياطيات الغاز، فقد تم العثور على الغاز في جميع القارات وتم الإبلاغ عن نتائج جديدة حتى من أوروبا وأماكن أخرى. يضمن التوافر المتنوع للغاز أمانا أفضل للإمدادات. علاوة على ذلك ، منذ صدمة أسعار النفط الثانية، لوحظ نمو غير متوقع في احتياطيات النفط. ولكن لكل اكتشاف نفطي كبير، تم اكتشاف ضعف هذه الكمية على الأقل من الغاز باستخدام التكنولوجيا. مع تطور التقنيات المتقدمة لاستكشاف الغاز على أعماق أكبر، يمكن توقع نتائج أفضل. الغاز متاح الآن في الأماكن التي كانت تعتبر في وقت سابق مواقع غير محتملة لمصائد الغاز. هذا يؤكد أن الغاز قد يكون متاحا على نطاق أوسع وأكثر وفرة.
- الغاز صديق للبيئة مقارنة بأنواع الوقود الأحفوري الأخرى. على سبيل المثال، حيث ينبعث الغاز الطبيعي 30٪ أقل من ثاني أوكسيد الكربون مقارنة بالنفط وحوالي 70٪ أقل مقارنة بالفحم للحصول على كمية مكافئة من الطاقة. نظرا لأنه من المتوقع أن يكتسب الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة زخما في المستقبل، فإن الغاز الطبيعي سيعزز بالتأكيد موقفه. (Bhattacharyya, 2011, P. 354)
- تضيف السمات الفيزيائية للغازالطبيعي إلى خصوصيته. أولا، حالتها الغازية تجعل النقل صعبا ومكلفا.

كما أنه يجعل الوقود أكثر عرضة للحوادث. ثانيا ، محتواه الحراري لكل وحدة حجم هو مصدر آخر للمشكلة. سيحتوي النفط على محتوى حراري أعلى بمقدار 7000 إلى 8000 مرة من الغاز الطبيعي في المتر المكعب ، مما يجعل الغاز ضعيفا جدا من حيث كثافة الطاقة.

- غالبا ما يتعين إنشاء روابط مادية بين المنتج والمستهلك من خلال تطوير البنية التحتية اللازمة للنقل. وهذا بدوره يتطلب استثمارات رأسمالية ضخمة في مرافق مترابطة. نتيجة لذلك، فإن صناعة الغاز الطبيعي، وعلى عكس صناعة النفط، ليست ذات طابع دولي. وقد تطورت الأسواق في مناطق مختلفة حيث يمكن تلبية العرض والطلب الكافيين، وحيث تتوفر البنية التحتية الكافية للعرض.
- كما أنه مورد غير متجدد، مما يعني أن الغاز الذي لا ينتج اليوم يمكن استخدامه غدا. وهذا يضيف بعدا من أبعاد ندرة الريع. وبالمثل، يجب أن يتنافس الغاز مع أنواع الوقود الأخرى على مستوى الاستخدام النهائي، والذي يحدد بشكل أساسي القيمة التي يمكن أن يجلبها.
- نظرا لأن الاستثمارات في شبكات النقل والتوزيع عالية وغير مرنة ودائمة، يسعى المستثمرون إلى الحصول على التزامات طويلة الأجل من المستهلكين. وبالتالي، تحتاج خطوط الأنابيب إلى التزام طويل الأجل من شبكات التوزيع لشراء الغاز بينما تحتاج شبكات التوزيع إلى التزام مماثل من المستهلكين النهائيين. وبالمثل، فإن المنتجين ليسوا على استعداد للاستثمار في الإنتاج في غياب عقود آمنة طويلة الأجل. (Bhattacharyya, 2011, P. 356)
- أسواق الغاز ليست جاهزة في كثير من الأحيان وتحتاج إلى تطوير. نظرا للخصائص المحددة للغاز، يتعين على كبار المستهلكين تطوير مشاريع قابلة للتطبيق. نظرا لخصوصية الأصول وطبيعة الغاز ، يلزم وجود التزامات ثابتة بين البائعين والمشترين.
- نقل الغاز مكلف ويتطلب اتصالا ماديا بين مراكز العرض والطلب. تطوير البنية التحتية مهمة إضافية. هذا يجعل سوق الغاز العالمي صعبا.
- تطوير المشروع: على عكس النفط، من الصعب التخلص التدريجي من تطوير الغاز. وهذا يتطلب نفقات أولية أعلى من النفط ، والذي يعمل أيضا كحاجز.

3. صناعة الغاز الطبيعي:

تتكون صناعة الغاز من عدد من الأنشطة الوظيفية التي تتطلب تقنيات ورأس مال مكثف. وتشمل هذه الأخيرة الإنتاج والتجميع والتخزين ونقل خطوط الأنابيب والتوزيع والتوريد للمستخدمين النهائيين .(Teece 1996)

يتضمن إنتاج الغاز الطبيعي مجموعة من العمليات مثل الاستكشاف والحفر والإنتاج المطلوبة لتوصيل الغاز إلى فوهة البئر. يتكبد المنتجون تكاليف استثمارية كبيرة في بداية التشغيل، معظمها ثابت وغالبا ما يكون محفوفا بالمخاطر، قبل أن يتمكنوا من البدء في إنتاج الغاز. ويرجع ذلك إلى الطبيعة التقنية للاستكشاف فضلا عن المخاطر التي تنطوي عليها العملية. عادة ما يتم العثور على حقول أكبر أولا وينخفض معدل الاستخلاص مع استكشاف المنطقة بشكل مكثف. وبالمثل ، فإن تطوير الحقول والإنتاج هي أيضا أنشطة مكلفة. تعتمد تكلفتها على عدد الآبار التي سيتم تطويرها، ومواقع الآبار، وحالة الخزان والبنية التحتية السطحية المطلوبة. (Julius and Mashayekhi, 1990) نتيجة لذلك ، تميل الشركات المنتجة عادة إلى أن تكون كبيرة ، على الرغم من أنها قد تكون صغيرة مقارنة بحجم السوق.

ينشئ مرفق النقل الرابط بين المنتج وبوابة التوزيع باستخدام خطوط أنابيب الضغط العالي (على غرار شبكة النقل في الكهرباء). تشكل هذه المرافق جزءا أساسيا وفريدا من الصناعة ولها خصوصية عالية للأصول (أي لا يوجد استخدام بديل أو محدود). يميل الاستثمار في مرفق النقل إلى أن يكون متكتلا وضخما. تعتمد تكلفة الاستثمار على حجم خط الأنابيب ، والذي يعتمد بدوره على الطول وذروة الطلب. وبالتالي، فإن متوسط تكلفة النقل يميل إلى الانخفاض على نطاق واسع من الإنتاج، مما يشير إلى أن نظام النقل له خصائص الاحتكار الطبيعي. هذا يعني أن السوق قد يتم خدمته بشكل أفضل من قبل شركة خطوط أنابيب واحدة. ومع ذلك ، بمجرد تطوير خط أنابيب ، قد تسمح الزيادات في الطلب بإمكانية ظهور خطوط أنابيب أخرى. وبالتالي في الأسواق الكبيرة بما فيه الكفاية (كما هو الحال في الولايات المتحدة أو ألمانيا) من الشائع جدا العثور على العديد من خطوط أنابيب النقل (وكالة الطاقة الدولية 2000).

تعد استمرارية وسلامة أمن الإمداد من الاهتمامات الرئيسية في صناعة الغاز. يمكن أن يؤدي تعطيل الإمداد ولو لفترة وجيزة وإعاقة الإمداد إلى تسرب الغاز والحرائقوالانفجارات. (Newbery 1999) يختلف الطلب على الغاز أيضا يوميا وموسميا. يشير Newbery إلى أن ذروة الطلب اليومية في بريطانيا عادة ما تكون 1.5 ضعف متوسط الطلب و 4 أضعاف الحد الأدنى للطلب. ومع ذلك ، يمكن التعامل مع تباين الطلب من خلال التخزين أو عن طريق تغيير معدل الاستخراج من الآبار. نتيجة لذلك ، تتطلب صناعة الغاز الطبيعي تنسيقا وثيقا وتعاونا لأنشطة النظام لضمان التشغيل السلس لنظام خطوط الأنابيب. وتشمل هذه التحكم في الضغط، وموازنة الحمل، وإعادة توجيه الغاز أثناء عمل الخط، والتخزين ومزيج الغاز. (Teece, 1996). بشكل عام، يقوم مشغل النظام بوظائف الجدولة والإرسال المركزي. تعتمد أهمية هذه الوظيفة على عدد مستخدمي خطوط الأنابيب وهيكل الصناعة. تتطلب الصناعة المفككة مزيدا من التنسيق بينما يحتاج المزيد من المستهلكين إلى تنسيق أفضل. وبالتالي تصبح مجموعة من القواعد لتشغيل النظام وموازنته ضرورية (Bhattacharyya, 2011, PP. 354-355)

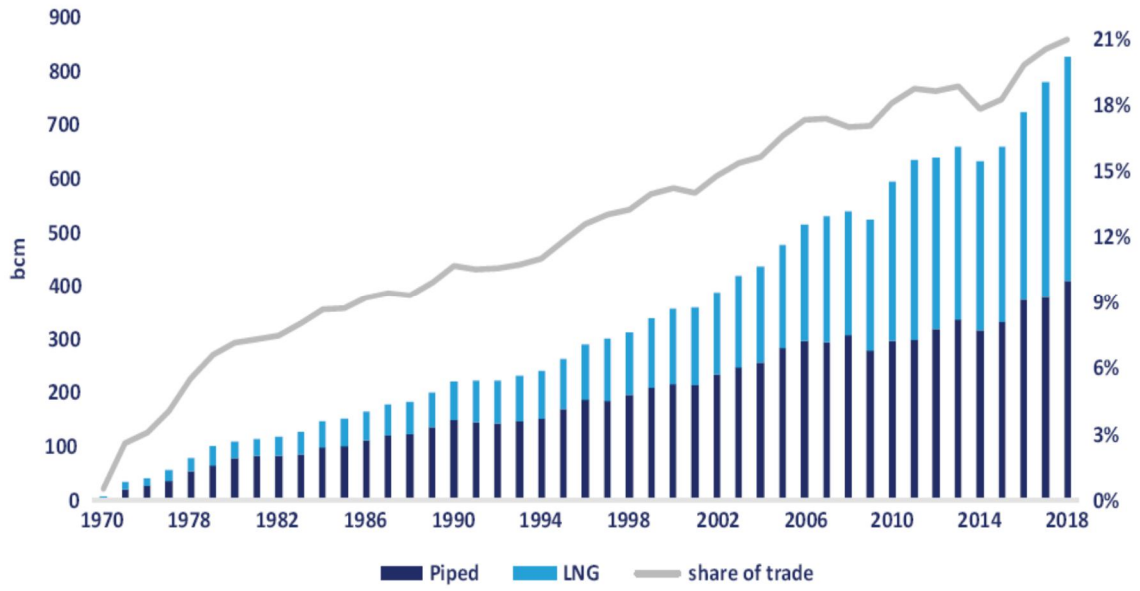
4. تجارة الغاز الطبيعي على المستوى الدولي:

إن كثافة الطاقة المنخفضة نسبيا للغاز الطبيعي على أساس حجمي - أقل بنحو 1000 مرة مقارنة بالنفط الخام - تجعله أحد أكثر أنواع الوقود الأولية تحديا وتكلفة للنقل من فوهة البئر إلى المستهلكين النهائيين. عادة ما يتم نقل الغاز الطبيعي المتداول دوليا إما في شكل غازي عبر أنظمة خطوط الأنابيب لمسافات طويلة أو في شكل غاز طبيعي مسال على متن السفن (ناقلات الغاز الطبيعي المسال).

يمكن أن يمثل قطاع النقل وحده أكثر من 50٪ من التكاليف التي تحدث من خلال سلسلة القيمة للغاز الطبيعي المتداول دوليا. ونتيجة لذلك، ظل الغاز الطبيعي لفترة طويلة سلعة محلية، تستهلك بالقرب نسبيا من مراكز إنتاجها. ظهرت تجارة الغاز الطبيعي بين الأقاليم تدريجيا مع بدء أول تصدير تجاري للغاز الطبيعي المسال وبناء خطوط أنابيب لمسافات طويلة خلال ستينيات و سبعينيات القرن العشرين.

ارتفعت حصة الغاز المتداول بين المناطق في إجمالي الاستهلاك تدريجيا من أقل من 5٪ في العام 1975 إلى 15٪ في أوائل العام 2000 ووصلت إلى 21٪ في العام 2018. وبالمقارنة، تم تداول حوالي نصف النفط الخام المنتج في عام 2018.

الشكل رقم 10: التجارة الدولية للغاز الطبيعي (1970-2018). إجمالي صادرات الغاز الطبيعي المسال وتجارة خطوط الأنابيب العابرة للقارات



المصدر: **(Hafner & Luciani, 2022, p. 24)**

في حين سيطرت خطوط الأنابيب على تجارة الغاز الدولية لفترة طويلة، تضاعفت صادرات الغاز الطبيعي المسال بأكثر من ثلاثة أضعاف منذ بداية القرن وشكلت ما يزيد قليلا عن نصف تجارة الغاز الدولية في العام 2018. وقد كان الدافع وراء ذلك هو نمو الطلب القوي على الغاز بشكل خاص في أسواق منطقة آسيا والمحيط الهادئ، والتي ليس لديها خيارات توريد بديلة للغاز الطبيعي المسال (مثل اليابان وكوريا) أو لديها خيارات محدودة.

يمكن لأنظمة خطوط الأنابيب الحديثة - التي غالبا ما تكون مبنية من الفولاذ - نقل الغاز الطبيعي عبر عدة آلاف من الكيلومترات من فوهة البئر إلى طرف الموقد للمستهلكين النهائيين. يمكن تمييز أربعة أنواع رئيسية من خطوط الأنابيب على طول طريق النقل: (Hafner & Luciani, 2022, p. 26)

- عادة ما تكون خطوط أنابيب التجميع (أو المنبع) عبارة عن خطوط أنابيب منخفضة الضغط وذات قطر صغير (4-12 بوصة) تنقل الغاز الطبيعي الخام من فوهة البئر إلى خطة المعالجة.
- خطوط أنابيب النقل هي خطوط أنابيب ذات قطر كبير (16-56 بوصة) تعمل تحت ضغط عال (15-120 بار) وتنقل الغاز الطبيعي النظيف والجاف عبر مسافات طويلة من محطة المعالجة إما مباشرة إلى المستهلكين النهائيين الكبار (مثل محطات الطاقة أو المواقع الصناعية) أو إلى بوابة المدينة حيث تتصل بنظام التوزيع.
- خطوط أنابيب التوزيع هي خطوط أنابيب صغيرة إلى متوسطة الحجم (2-28 بوصة) تحمل الغاز الطبيعي ذو الرائحة تحت ضغط منخفض نسبيا (يصل إلى 14 بار) من بوابة المدينة إلى اتصالها بخطوط الخدمة.
- خطوط الخدمة عبارة عن خطوط أنابيب صغيرة القطر (أقل من 2 بوصة)، تعمل تحت ضغط منخفض للغاية (حوالي 0.5 بار) وتوصيل الغاز الطبيعي مباشرة إلى المستخدمين النهائيين (مثل الكيانات التجارية السكان).

1.4. اقتصاديات مشاريع خطوط أنابيب الغاز الطبيعي:

مشاريع خطوط أنابيب الغاز الطبيعي كثيفة رأس المال بطبيعتها. عادة ما تمثل تكاليف الاستثمار الأولية المرتفعة أكثر من 90٪ من إجمالي التكاليف التي تحدث خلال عمر خط أنابيب الغاز (تقريبا 40 عاما)، في حين أن نفقات التشغيل (مثل تكاليف الوقود المرتبطة بضغط الغاز والصيانة والإصلاحات والموظفين وما إلى ذلك) عادة ما تمثل ما يصل إلى 5-10٪ من إجمالي التكاليف. وبالتالي، فإن التصميم الأولي للمشروع وتعظيم النفقات الرأسمالية يحتاج إلى دراسة متأنية لأنه له تأثير غير متناسب على الاقتصاد العام للمشروع. (Hafner & Luciani, 2022, pp. 27-29)

1.1.4. النفقات الرأسمالية:

يتم تحديد التكلفة الاستثمارية لخط أنابيب الغاز الطبيعي في نهاية المطاف من خلال طوله، سعته (القطر × ضغط التشغيل) و تكاليف استثمار الوحدة. يمثل الجزء الخطي من نظام خطوط الأنابيب - المعروف باسم "أنبوب الخط" - غالبية النفقات الرأسمالية ، في حين أن حصة الاستثمارات في محطات الضاغط والقياس تمثل عادة ما بين 15 و 30٪.

يمكن أن تختلف تكاليف استثمار الوحدات لخطوط الأنابيب الدولية في نطاق واسع من 30 ألف دولار إلى أكثر من 200000 دولار في الكيلومتر الواحد، اعتمادا على عدد من العوامل، بما في ذلك الظروف الخارجية مثل التضاريس والسياق المناخي، وتكاليف العمالة والمواد، وإدارة المشروع بالإضافة إلى صرامة الأطر التنظيمية (معايير البيئة والسلامة في المقام الأول). تتراوح تكلفة وحدة محطات الضغط عادة بين 2 و 4 ملايين دولار لكل ميجاوات من الطاقة المركبة.

يمكن تقسيم تكاليف استثمار الوحدة إلى أربع فئات رئيسية:

- **تكاليف التجهيزات والمعدات**: بالنسبة للجزء الخطي من نظام خطوط الأنابيب، فإنه يشمل أقسام الأنابيب (المصنوعة عادة من الفولاذ عالي الكربون والمصنعة في مصانع الصلب)، وطلاء الأنابيب والحماية من التآكل. وعادة ما يمثل حوالي ثلث إجمالي تكاليف الاستثمارات ويعتمد بشكل كبير على تطور أسعار الصلب.

بالنسبة لمحطات الضغط، تعد تكاليف المواد أهم عنصر من عناصر التكلفة، حيث تمثل حوالي نصف إجمالي الاستثمار. ويشمل ذلك الوحدات الوظيفية المعيارية الجاهزة لمحطة الضاغط (مثل تنقية الغاز وإزالة السوائل ووحدات الضاغط والتشغيل ومبردات الغاز والأنابيب والصمامات).

- **تكاليف العمالة**: عادة ما تكون أهم عنصر تكلفة في أنبوب الخط، حيث تمثل أكثر من 40٪ من تكلفة استثمار الوحدة. ويشمل ذلك المرتبات والأجور المتعلقة بإعداد التضاريس (المقاصة والتسوية وحفر الخنادق) وبناء خط الأنابيب (التوتير واللحام وأجزاء خطوط الأنابيب المطلية وإيداع خط الأنابيب والردم)؛

يشمل إنشاء محطات الضاغط إعداد الموقع، وإنشاء مباني الضاغطوتجميع وحدات الضاغط. إنها عملية أقل كثافة في العمالة إلى حد ما مقارنة بمد الأنابيب، حيث تمثل تكاليف العمالة حوالي ربع تكاليف استثمار الوحدة في محطات الضغط.

- **تكاليف متنوعة**: تغطي التكاليف المتنوعة عموما المسح والهندسة والإشراف والطوارئ ومعدات الاتصالات السلكية واللاسلكية والإدارة والنفقات العامة والشحن ورسوم الإيداع التنظيمي وكذلك الضرائب. وهي تمثل عادة

أكثر من 10٪ من إجمالي تكاليف استثمار الوحدة في حالة كل من خطوط الأنابيب ومحطات الضغط.

- تكاليف الترخيص: تشمل تكاليف حق الطريق (ROW) الحصول على حقوق الطريق والسماح بالأضرار.

كل نظام خط أنابيب فريد من نوعه، وبالتالي فإن تقسيم التكلفة سيختلف حسب خط الأنابيب. على سبيل المثال، عادة ما يكون للأنابيب المبنية في بيئات خارجية أكثر تحديا (مثل التضاريس الجبلية أو التربة الصخرية أو الأراضي الرطبة أو المياه البحرية العميقة جدا) نسبة أعلى من التكاليف المرتبطة بالعمالة والخدمات اللوجستيكية وستعتمد بشكل أقل على النفقات المادية. خطوط الأنابيب التي تعبر مناطق ذات كثافة سكانية عالية لها بشكل عام تكاليف متنوعة وحق الطريق أعلى وتحتاج إلى الالتزام بمعايير سلامة أكثر صرامة. يتطلب بناء أنظمة خطوط الأنابيب البحرية تصميما محددا للخط (سمك الجدار يصل إلى 2 بوصة لدعم ضغط المياه والعزل ضد بيئة درجات الحرارة المنخفضة والموازنة لتوفير الاستقرار) ومجموعة محددة من الخدمات اللوجستيكية (بما في ذلك سفن مد الأنابيب بأسعار غالبا ما تتجاوز 100 ألف دولار في اليوم) ، والتي يمكن أن تزيد بشكل كبير من تكاليف وحدة الاستثمار.

2.1.4. الآثار التجارية: تصميم العقود وهيكلة التعريفة

تتميز أنظمة خطوط أنابيب الغاز الطبيعي بتكاليف استثمار عالية مقدما، والتي تتحمل بمجرد وضع خط الأنابيب - بسبب الطبيعة غير المرنة والمتينة لهذه البنية التحتية. وبالتالي، يسعى مطورو المشاريع إلى الحصول على التزامات طويلة الأجل وثابتة من العملاء، من أجل التخفيف من مخاطر الاستثمار (وبالتالي خفض تكلفة رأس المال) و ضمان تدفق إيرادات مستقر لاسترداد استثمار رأس المال. علاوة على ذلك ، فإن مالكي أنظمة خطوط الأنابيب لديهم حافز قوي لتحقيق أقصى استفادة من البنية التحتية، لأنه يؤدي إلى فترة استرداد أقصر على رأس المال ويسمح بتحسين أفضل لتكاليف التشغيل الثابتة.

تنعكس هذه الاعتبارات الأساسية عادة في التصميم وهيكل التعريفة لاتفاقيات نقل الغاز (Gas Transportation Agreement, GTA) المبرمة بين الناقل (مشغل نظام خطوط الأنابيب) والشاحن (وكيل الناقل - عادة مالك الغاز الطبيعي الذي يتم نقله أو وكيل يتصرف نيابة عنه). في حالة تطوير أنظمة خطوط أنابيب الغاز الكبيرة الجديدة ، عادة ما يتم توقيع GTAs قبل اتخاذ قرار الاستثمار النهائي، حيث ينظر إليها على أنها حاسمة لمعالجة "مخاطر السعة" لمشروع خط الأنابيب.

غالبا ما يتم دعم GTAs من خلال اتفاقيات مبيعات الغاز (GSAs)، بين البائع (وكيله هو الشاحن) وعملائه (الموجودين على الطرف الآخر من خط الأنابيب المحتمل). وفي هذه الحالات، كثيرا ما تحاكي اتفاقات المساعدة المؤقتة الترتيبات التعاقدية لاتفاقات الخدمات العامة.

2.4. اقتصاديات نقل الغاز المسال:

يتم إنتاج الغاز الطبيعي المسال (LNG) عن طريق تبريد الميثان إلى -162 درجة مئوية. هذا يقلل بشكل فعال من حجمه بمقدار ~ 600 مرة ، وبالتالي يسمح بطريقة نقل أكثر مرونة من خطوط الأنابيب التي لها مسار ثابت بحكم التعريف. يتم نقل الغاز الطبيعي المسال المتداول دوليا عبر ناقلات الغاز الطبيعي المسال (LNGCs)؛ ومع ذلك، يتم أيضا نقل كميات أصغر من الغاز الطبيعي المسال عبر الشاحنات أو السكك الحديدية، وعادة ما تسخدم السوق المحلية كخطوط أنابيب افتراضية.

تعود التجارب الأولى مع تسييل الميثان إلى بداية القرن التاسع عشر، عندما نجح الكيميائي البريطاني مايكل فاراداي في تبريد الميثان إلى شكل مسال. تم بناء أول مصنع تسييل في العالم في العام 1912 في الولايات المتحدة في ولاية فرجينيا الغربية. تم بناء منشأة للغاز الطبيعي المسال في كليفلاند، أوهايو، في العام 1941. بدأت التجارة الدولية للغاز الطبيعي المسال في أكتوبر 1964، مع تسليم أول شحنة تجارية بواسطة ناقلة الغاز الطبيعي المسال Methane Princess من مصنع تسييل Arzew GL4-Z الجزائري إلى جزيرة كانفي في المملكة المتحدة.

نمت تجارة الغاز الطبيعي المسال العالمية من أقل من 50 مليار متر مكعب في السنة في سبعينيات القرن العشرين إلى متوسط 200 مليار متر مكعب في السنة خلال أواخر القرن العشرين وتجاوزت عتبة 500 مليار متر مكعب في العام 2020، وهو ما يمثل أكثر من 10 ٪ من استهلاك الغاز العالمي وأكثر من نصف الغاز المتداول دوليا.

تتكون سلسلة قيمة الغاز الطبيعي المسال - باستثناء تطوير المنبع - من ثلاثة مكونات رئيسية:

- **محطة التسييل**: بما في ذلك وحدات المعالجة المسبقة والتسييل وصهاريج التخزين ورصيف تحميل الغاز الطبيعي المسال لتحميل ناقلة الغاز الطبيعي المسال عبر الأنابيب المبردة؛
- **النقل**: عبر نقل الغاز الطبيعي المسال الكبير إما من قبل المشتري (مجانا على متن السفينة) أو عن طريق البائع (التسليم خارج السفينة)؛
- **محطة إعادة التحويل إلى غاز**: بما في ذلك أذرع تفريغ الغاز الطبيعي المسال وصهاريج التخزين والمبخرات ومحطات الروائح والقياس وإرسالها إلى نظام النقل.

على غرار أنظمة خطوط أنابيب الغاز لمسافات طويلة، فإن سلسلة قيمة الغاز الطبيعي المسال يتم تفعيلها من خلال تكاليف الاستثمار الأولية المرتفعة ونفقات التشغيل الصغيرة نسبيا. وبالتالي ، فإن العقود التجارية التي يقوم عليها تطوير مشاريع الغاز الطبيعي المسال ستظهر سمات مماثلة للترتيبات التعاقدية اللازمة للتخفيف من مخاطر

الاستثمار المرتبطة بأنظمة خطوط الأنابيب (الالتزام بالحجم والمدة والتعريفة).

من المهم تسليط الضوء على أن التكاليف المرتبطة بتطوير المنبع للقاعدة الاحتياطية التي تزود محطة التسييل (تكلفة غاز التغذية) يمكن أن تغير بشكل كبير الاقتصاد العام للمشروع. يمكن أن يختلف سعر التعادل لغاز التغذية في نطاق واسع، من أقل من 3 إلى أعلى من 5 دولارات لكل مليون وحدة حرارية بريطانية في حالة الاحتياطيات التي يصعب تطويرها. علاوة على ذلك ، يمكن أن تساهم المسافة بين مرافق الإنتاج الأولية ومحطة التسييل في التكاليف الإجمالية، بشكل جزئي إذا استلزم ذلك بناء نظام إضافي لخطوط أنابيب الغاز. (Hafner & Luciani, 2022, pp. 40-42)

5. معوقات استخدام الغاز الطبيعي: رغم تأكيد أهمية الغاز كبديل أساسي في مجالات إنتاج الطاقة، لما يحققه من ثورة تقنية في مختلف مجالات مراحل صناعة الغاز (البحث والاستكشاف، الإنتاج، والنقل والتمييع، والتخز ين والتسويق)، إلا أنه لا يخلو من بعض الصعوبات والسلبيات والمعوقات تتمثل فيما يلي:

- **تكلفة نقل الغاز**: تعتبر مشاريع استثمار الغاز الطبيعي من أكثر المشاريع الصناعية كلفة من الناحية الاقتصادية بسبب رأس المال المنفق في هذه الاستثمارات. حيث ينصب في معظمه على إنشاء شبكات خطوط أنابيب نقل الغاز، محطات الضخ وصيانة الأنابيب. تتراوح تكلفة إنشاء مصنع للتمييع صغير الحجم بقدرة إنتاج 3.5 ملايين طن من الغاز الطبيعي المميع، بين 400 و500 مليون دولار أمريكي. كما أن ثمن ناقلة ذات سعة 100000 طن، والتي لها خاصية الحفاظ على الغاز في حالته السائلة يصل 200 مليون دولار.
- **العقود**: تمتاز صناعة النفط بعقود ملزمة لفترات متوسطة طويلة حوالي 20 سنة وما أكثر، وهذا يتطلب استثمارات في مجال سلسلة عمليات استغلال الغاز والتي تتصف بعدم المرونة.
- **أسعار الغاز**: إن أسعار الغاز مرتبطة بأسعار النفط وتابعة لها وتخضع لتقلباتها. هذه الصعوبات التقنية والاقتصادية السالفة الذكر، تؤثر على العائد الريعي للغاز وعلى أسعاره، والتي تخضع لنظام تسعير أقل مرونة من أسعار النفط التي تتغير يوميا.

رابعا: الفحم الحجري

1. مفهوم الفحم الحجري:يعتبر الفحم الحجري ثاني بديل للنفط بعد الغاز الطبيعي، بسبب قدم استعماله كمولد للطاقة قبل النفط والغاز. وقد كان الفحم من أهم المصادر الطبيعية للطاقة خلال القرن التاسع عشر، ومازال يستعمل حتى يومنا هذا. ويساهم حاليا بنسب مرتفعة من الاستهلاك العالمي من الطاقة.

2. أهمية الفحم الحجري: يمثل الفحم الحجري أكبر احتياطي عالمي من بين مصادر الطاقة الأولية. ويستخدم

الفحم الحجري كمصدر أولي للطاقة في المراحل التجارية وتوليد الطاقة ومادة خام في بعض الصناعات البتروكيميائية.

على الرغم من كون الفحم في الوقت الراهن يعتبر ثالث أهم مصادر الطاقة بالنسبة للدول الصناعية بعد النفط والغاز الطبيعي، إلا أن وجوده واستخدامه في البلدان النامية يعتبر محدودا جدا. وتعتبر الصين، الأرجنتين، البرازيل، الهند، المكسيك.... وغيرها، أهم المناطق التي يرتكز عليها بشكل خاص معظم احتياطي واستهلاك طاقة الفحم.

3. استعمالات الفحم الحجري: استخدم الفحم الحجري في الماضي من أجل الحصول على الحرارة اللازمة لصناعة منتجات كثيرة تتفاوت من صناعة الزجاج إلى صناعة الأطعمة المعلبة. ومنذ بدايات القرن العشرين، عمد أرباب الصناعة إلى تفضيل استعمال الغاز الطبيعي لصناعة معظم منتجاتهم عوض الفحم.

يستعمل الفحم الحجري بكثرة في مناطق قارتي آسيا وأمريكا اللاتينية خاصة في تدفئة المنازل، أما في الولايات المتحدة، فقد حل الغاز الطبيعي والنفط محل الفحم كوقود للتدفئة. واقتصرت الاستخدامات الرئيسية للفحم الحجري على صناعات الإسمنت والورق، ومع ذلك تحولت بعض الصناعات إلى الفحم الحجري من جديد تفاديا لأسعار النفط والغاز الطبيعي المرتفعة. وعليه ومما سبق يمكن تلخيص استعمالات الفحم الحجري في النقاط التالية: استعمال الفحم الحجري كوقود، واستعماله لإنتاج الطاقة الكهربائية، كما يستعمل كذلك في إنتاج الكوك، وهو مادة خام أساسية في صناعة الحديد والفولاذ. وتنتج مواد أخرى عن عملية إنتاج فحم الكوك، يمكن استعمالها بدورها في صناعة بعض المنتجات كالأدوية والأصباغ والأسمدة.

4. صناعة وتجارة الفحم على المستوى الدولي:

الفحم هو ثاني أكبر مصدر للطاقة الأولية في العالم (26٪ في العام 2019)، بعد النفط. الفحم هو المصدر الرئيسي للكهرباء في جميع أنحاء العالم (36٪ في العام 2019) وأيضا أكبر مصدر للطاقة لإنتاج الصلب والأسمنت، وهما مادتان أساسيتان للعالم الحديث. يستخدم حوالي ثلثي الفحم لتوليد الطاقة، ويستخدم حوالي 15٪ في صناعة الحديد والصلب، و 6٪ في صناعة الأسمنت، ويستخدم الرصيد المتبقي في التدفئة السكنية والتطبيقات الصناعية المختلفة.

أكبر منتج في العالم للفحم هو الصين (3550 طن متري في عام 2018) ، والتي تمثل 45٪ من الإنتاج العالمي (7813 مليون طن)، تليها الهند (771 مليون طن) والولايات المتحدة (685 مليون طن) وإندونيسيا (549 مليون طن) وأستراليا (483 مليون طن). تكمل روسيا وجنوب إفريقيا وألمانيا وبولندا وكازاخستان قائمة أكبر عشرة منتجين. أكبر مستهلك في العالم هو أيضا الصين (3756 مليون طن في العام 2018) ، وهو ما يمثل 49٪ من الاستهلاك العالمي (7721 مليون طن)، تليها الهند (985 مليون طن) والولايات المتحدة (615

مليون طن) وروسيا (232 مليون طن) وألمانيا (215 مليون طن). تكمل جنوب إفريقيا واليابان وكوريا وبولندا وتركيا قائمة أكبر عشرة منتجين.

فيما يتعلق بالتقسيم الجغرافي، هناك اتجاهان مختلفان في العالم: في أوروبا والولايات المتحدة، ينهار استخدام الفحم من خلال مزيج من تباطؤ الطلب على الكهرباء، والسياسات المناخية والبيئية، وانخفاض أسعار الغاز، وسياسات التخلص التدريجي المباشر من الفحم في بعض البلدان. في العام 1990، مثلت الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي 40٪ من الطلب العالمي على الفحم. ، مقابل 12٪ العام 2019. على النقيض من ذلك، لا يوجد في آسيا ما يشير إلى انخفاض الطلب على الفحم، في حين أن استهلاك الفحم ينمو باطراد في العديد من البلدان الآسيوية. ألمانيا ، على سبيل المثال ، خامس أكبر مستهلك في العام 2018 ، قد تختفي من قائمة العشرة الأوائل قريبا جدا. يشير التحذير الثاني إلى الوحدة المستخدمة لقياس الفحم. نظرا للنطاق الواسع للقيم الحرارية المختلفة للفحم، أي الطاقة المحتفظ بها في الوقود لكل وحدة كتلة من الفحم، فإن أحجام الفحم المقاسة بالكتلة (بالأطنان)، والمقاسة بالطاقة (مكافئ طن الفحم)،يمكن أن تكون مختلفة جدا إذا كانت هناك صفات مختلفة. باستخدام مصطلحات الطاقة، فإن حصة الصين في الاستهلاك العالمي تزيد عن 50٪ واستهلاك الفحم في ألمانيا يتخلف عن جنوب إفريقيا واليابان وكوريا. في حين أن أساس الطاقة أكثر أهمية من الكتلة، خاصة عند مقارنته بالمصادر الأخرى، فإن معظم الأشخاص في الصناعة يستخدمون الكتلة.

بالنظر إلى تقسيم البلدان، من الواضح أن السمة الأكثر تميزا لسوق الفحم العالمي، مقارنة بأنواع الوقود الأحفوري الأخرى، هي الهيمنة الكاملة لبلد واحد، الصين. مثلت الولايات المتحدة، أكبر منتج للنفط والغاز في العالم في العام 2018 ، 13٪ من إنتاج النفط العالمي و 20٪ من الغاز الطبيعي، بعيدا جدا عن 45٪ في الصين. على جانب الطلب، تمتلك الولايات المتحدة، وهي أيضا أكبر مستهلك للنفط والغاز، حصة في الاستهلاك العالمي بحوالي 20٪ لكل من النفط والغاز، ومرة أخرى بعيدا عن 49٪ في الصين في مجال الفحم. ميزة فريدة أخرى لهيمنة الصين هي أن السوق المحلية الصينية أكبر بثلاث مرات من تجارة الفحم الدولية العالمية، حيث تعد الصين أكبر مستورد له. وهذا له آثار كبيرة على التجارة وتحديد الأسعار في جميع أنحاء العالم.

على الرغم من أن الفحم المتداول دوليا يزيد تدريجيا من حصته في استخدام الفحم العالمي لعدة سنوات، فإن الفحم هو الوقود الأحفوري المحلي الأكثر شيوعا، حيث يتم استهلاك 82٪ من الفحم العالمي في البلد الذي يتم تعدينه فيه، مقارنة ب 68٪ للغاز و 42٪ للنفط. انخفاض كثافة الطاقة أو القيمة الحرارية، حيث أن الفحم المتداول عادة ما يكون له سيرة ذاتية تتراوح بين 20 و 30 جيجا جول في الطن مقارنة بالنفط (أكثر من 40 جيجا جول في الطن) أو الغاز (أكثر من 50 جيجا جول في الطن) ، هو أحد الأسباب الرئيسية لذلك، حيث تزداد تكاليف النقل مع انخفاض كثافة الطاقة.

أكبر مصدري الفحم الحراري هم إندونيسيا (456 طن متري في العام 2019 ، بما في ذلك 85 طن متري من الليغنيت)، أستراليا (212 طن متري)، روسيا (193 طن متري، بما في ذلك 25 طن متري من أنثراسايت و 12 طن متري من الليغنيت)، جنوب إفريقيا (79 طن متري)، كولومبيا (76 طن متري) والولايات المتحدة (34 طن متري). أكبر مصدر للفحم المعدني حتى الآن هو أستراليا (183 مليون طن في العام 2019)، تليها الولايات المتحدة (50 مليون طن) ومنغوليا (34 مليون طن) وكندا (31 مليون طن) وروسيا (25 مليون طن). تلعب منغوليا دورا مختلفا عن الآخرين في السوق الدولية، لأنها دولة غير ساحلية، ووجهة جميع صادراتها من فحم الكوك هي الصين. من حيث الإيرادات، نظرا لهيمنتها في سوق الفحم المعدني الأكثر تكلفة، تعد أستراليا أكبر مصدر حتى الآن.

أكبر مستوردي الفحم الحراري هم الصين (225 طن متري في العام 2019، بما في ذلك حوالي 10 طن متري من أنثراسايت و 100 طن متري من الليغنيت) والهند (187 طن متري) واليابان (143طن متري) وجمهورية كوريا (123 طن متري) وتايبيه الصينية (65 مليون طن). أكبر مستوردي الفحم المعدني هم الصين (75 مليون طن في العام 2019) والهند (61 مليو ن طن) واليابان (43 مليون طن) وكوريا (25 مليون طن). في حين تهيمن على صادرات الفحم ستة بلدان في المجال الحراري وخمسة في مجال فحم الكوك، يتم توزيع الواردات على نطاق أوسع، حيث أن معظم البلدان في العالم تستورد الفحم إما لتوليد الطاقة أو للتطبيقات الصناعية.

نظرا لهيمنة الأسواق المحلية الكبيرة (الصين أو الهند أو الولايات المتحدة) في الاستهلاك العالمي للفحم، فإن أكبر الشركات المنتجة للفحم تكرس إنتاجها لخدمة الأسواق المحلية. من بين أكبر ثمانية منتجين في العالم، نجد: Coal India، و هي شركة مملوكة للدولة تخدم السوق الهندية المحلية؛ Peabody Energy، و هي شركة أمريكية تركز على السوق المحلية؛ والست الأخرى هي شركات صينية مملوكة للدولة تخدم في الغالب السوق الصينية المحلية (تمثل الصادرات الصينية 0.2٪ من إنتاجها). تعد شركة Glencore، أكبر مصدر للفحم في العالم، و هي تاسع أكبر منتج فقط. هناك اتجاه مهم في السنوات الأخيرة هو أن الشركات المتنوعة الكبيرة تغادر أعمال الفحم. حيث باعت Rio Tinto آخر أصولها لتعدين الفحم في أستراليا في العام 2018، كما قامت BHP بتحويل معظم أصولها الحرارية إلى شركة جديدة اسمها South 32 ، وهي الآن منتج حصري تقريبا لفحم الكوك. كما أعلنت شركة Anglo American عن عرض أصولها الحرارية الموجهة للتصدير في جنوب إفريقيا في السنوات المقبلة بعد أن باعت مناجم محلية قبل بضع سنوات.

إن هيمنة الصين التي لا مثيل لها على أسواق الفحم تعني أن فهم كيفية عمل السوق المحلية الصينية أمر أساسي لفهم كيفية عمل أسواق الفحم العالمية. على وجه الخصوص، من المهم فهم جغرافية إنتاج الفحم واستهلاكه في الصين. تمثل أكبر ثلاث مقاطعات منتجة للفحم في شمال غرب الصين، منغوليا الداخلية (976 مليون طن في

عام 2018) ، وشانشي (893 مليون طن) وشنشي (623 مليون طن)، ما يقرب من ثلاثة أرباع إجمالي الإنتاج الصيني؛ وغالبية الفحم المصدر إلى المقاطعات الصينية. يتم نقل الفحم من هذه المقاطعات إلى الموانئ الشمالية عن طريق السكك الحديدية، حيث أن جميع الموانئ السبعة الرئيسية في الشمال، ما يسمى بموانئ N7 (تشينهوانغداو، تيانجين، جينغتانغ، هوانغهوا، تشينغداو، ريتشاو وليانيونغانغ) ، متصلة، على الأقل ، بخط سكة حديد رئيسي واحد. ثم يتم شحن الفحم إلى مراكز الاستهلاك في جميع أنحاء الساحل، ومعظمها شرق الصين (شنغهاي وتشجيانغ) وجنوب شرق الصين (قوانغدونغ وفوجيان)، مع شحن كميات أصغر إلى قوانغشي وشاندونغ. يبلغ حجم الشحن من الموانئ الشمالية إلى المناطق الساحلية حوالي 750 طن متري سنويا. إذا أضفنا الآن 300 طن متري من الفحم المستورد في الصين، فإنه ينتج أن تجارة الفحم المنقولة بحرا في الصين الساحلية (المحلية والدولية) أكبر من تجارة الفحم المنقولة بحرا خارج الصين. تعد المراجحة بين العرض المحلي والدولي في الصين الساحلية أمرا محوريا لتحديد الأسعار في جميع أنحاء العالم. تحاول الحكومة الصينية ، بينما تستخدم واردات الفحم لتحقيق التوازن في الأسواق المحلية، كبح جماح الواردات لحماية المنتجين الصينيين، من خلال مجموعة متنوعة من السياسات، لا يتم تنفيذها دائما بطريقة شفافة تماما. في العام 2014 ، يبدو أن الحكومة أرسلت توجيهات إلى المرافق للتوصية بتقليل واردات الفحم. في العام 2016 ، أدت سياسة 256 يوم عمل إلى ارتفاع الأسعار في الصين وأماكن أخرى. في العام 2018، تم تحديد حصص الاستيراد. هذه السياسات المتغيرة، نظرا لهيمنة الصين على صناعة الفحم، لها تأثير عميق على سوق الفحم العالمي.

5. تحليل التكاليف في صناعة الفحم:

نظرا لأن إنتاج الفحم والنفط والغاز الطبيعي كثيف رأس المال بطبيعته، فإن التكلفة الثابتة تميل إلى أن تكون مرتفعة مقارنة بالتكلفة المتغيرة. بالنسبة لأي مجال، تقع التكلفة الثابتة لكل وحدة على نطاق من الإنتاج ، مما يدل على وفورات الحجم. تميل التكلفة المتغيرة إلى الزيادة مع تقدم الحقل في عمر الاستغلال. وبالتالي فإن التكلفة الإجمالية تنخفض أولا ثم تتزايد. تزداد تكلفة التشغيل مع تقدم الحقل عمر الاستغلال. وذلك لأن الإنتاج يأتي من عمق أقل أو أن الدعم الإضافي مطلوب لجلب الوقود إلى الأرض. ونتيجة لذلك، فإن استخراج الوقود الأحفوري هو صناعة ذات تكاليف هامشية متزايدة. تزداد التكلفة الحدية مع زيادة الإنتاج وانتقال الصناعة من نظام التكلفة المنخفضة للإنتاج إلى المناطق عالية التكلفة حيث يتم استغلال الحقول الأرخص.

تؤثر التكلفة المتغيرة المنخفضة والتكلفة الثابتة العالية على عمل الصناعة. يميل كل منتج إلى العمل بكامل طاقته بسبب انخفاض التكلفة المتغيرة وسيكون على استعداد لتزويد المزيد. هذا الاتجاه يؤدي إلى زيادة العرض في السوق. طالما يتم استرداد التكلفة المتغيرة، سيستمر المنتج في الإنتاج. تعتبر التكلفة الثابتة تكلفة غارقة، ولن تدخل في قرار التشغيل.

ومع ذلك ، فإن زيادة العرض من شأنه أن يخفض سعر الوقود، وإذا استمر هذا السعر المنخفض لفترة طويلة، فإنه يؤثر على آفاق الصناعة أيضا. سيتم التخلي عن الحقول غير القادرة على استرداد التكاليف في وقت مبكر مما كان متوقعا. لن يتم تطوير حقول جديدة مكلفة وستخلق مشاكل في المستقبل. ستنخفض جهود الاستكشاف، مما يؤثر على آفاق الصناعة على المدى الطويل.

6. معوقات استخدام الفحم الحجري: يشكل الفحم الوقود الرئيسي لمحطات توليد الطاقة، ومع ذلك نجد أن نسبة استخدام الفحم في انخفاض مستمر نتيجة لعدة معوقات رئيسية أهمها:

- استخدام الفحم يزيد من تلوث البيئة؛
- يتطلب استخراج الفحم نفقات مرتفعة؛
- صعوبة نقل الفحم من مناجم استخراجه إلى مناطق استهلاكه.
- انخفاض قيمته الحرارية مقارنة مع النفط أو الغاز الطبيعي.
- الآلات الصناعية الحديثة تعتمد على النفط ولا يمكن اقتصاديا احلال الفحم كمصدر للطاقة دون تغيير الهياكل الاقتصادية للصناعة الحديثة.

لتلك الأسباب، اعتمدت سياسة اللجنة الأوروبية للطاقة على وضع الفحم في المرتبة الثالثة من بين مصادر إمداداتها بعد النفط والغاز الطبيعي.

الفصل الخامس: الطاقات المتجددة

تمهيد

تشهد الطاقات المتجددة توسعا سريعا ونموا ملحوظا في جميع أنحاء العالم، بفضل التقدم التكنولوجي والدعم الحكومي من أجل تنفيذ عدد من السياسات المحددة التي تبنتها العديد من الدول المستهلكة الرئيسية للطاقة، للتحول إلى مصادر طاقة تتسم بانخفاض الانبعاثات. وجزء مهم من هذا التوسع في النمو تشهده طاقة الرياح، والطاقة الشمسية الكهروضوئية (PV)، والطاقة الشمسية الحرارية (CSP) وطاقة حرارة باطن الأرض (Geothermal).

يلعب الانخفاض السريع في تكاليف الإنتاج لجميع مصادر الطاقة المتجددة الرئيسية، دورا رئيسيا في توسيع نطاق استخداماتها، لا سيما الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح التي أصبحت في العديد من أنحاء العالم في الوقت الحاضر قادرة على المنافسة بشكل متزايد مع توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الغاز الطبيعي أو الفحم.

تتم الاستفادة من مصادر الطاقات المتجددة بصفة أساسية، في ثلاثة مجالات، وهي النقل والتسخين وتوليد الكهرباء. ساهمت مصادر الطاقات المتجددة في تلبية حوالي 20% من احتياجات العالم من الطاقة الكهربائية العام 2010، ومن المتوقع أن تصل إلى حوالي 31% العام 2035؛ وبالمثل بالنسبة لمجالي النقل والتسخين. (فرحات، 2019، ص. 92)

أولا: مفهوم الطاقات المتجددة

الطاقات المتجددة هي الطاقات التي نحصل عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري، وهي بذلك عكس الطاقات الأحفورية الموجودة غالبا في مخزن جامد تحت الأرض. بتعبير آخر، هي عبارة عن مصادر طبيعية دائمة غير ناضبة متوفرة في الطبيعة بصورة محدودة أو غير محدودة إلا أنها متجددة باستمرار، واستعمالها أو استخدامها لا ينتج أي تلوث للبيئة، فهي طاقات نظيفة وصديقة للبيئة. من أمثلة ذلك، نجد الطقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية، والطاقة الحرارية الجوفية، حيث لا ينتج عن استخدامها أي تلوث أو ضرر للبيئة، كما لا تحدث أي تغييرات على المناخ. (Chitour, 2003, p.41)

حسب الوكالة الدولية للطاقة، تعرف الطاقة المتجددة على أنها الطاقة المشتقة من الظواهر الطبيعية المتكررة أو المستمرة، والناتجة بدورها عن منظومة الكون، وبشكل أساسي من الشمس كطاقة الرياح والطاقة الشمسية وطاقة الكتلة الحيوية، وكذلك من الأرض كالطاقة الجيوحرارية والطاقة الكهرومائية، إضافة إلى طاقة المحيطات أو ما يسمى المد والجزر الناتجة عن حركة القمر.

كما تعرفها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ على أنها كل طاقة يكون مصدرها شمسي، جيوفيزيائي أو بيولوجي، والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة معادلة أو أكبر من نسب استعمالها، وتتولد من التيارات المتتالية والمتواصلة

في الطبيعة كطاقة الكتلة الحيوية، الطاقة الشمسية، طاقة باطن الأرض وحركة المياه الجوفية، طاقة المد والجزر وطاقة الرياح. توجد العديد من الآليات التي تسمح بتحويل هذه المصادر إلى طاقات أولية كالحرارة والطاقة الكهربائية وإلى طاقة حركية باستخدام تكنولوجيات متعددة تسمح بتوفير خدمات الطاقة من وقود وكهرباء. ومنه يمكن القول أن الطاقات المتجددة هي عبارة عن طاقات لا يكون مصدرها ثابتا ومحدودا في الطبيعة، وتتجدد بصفة مستمرة وبوتيرة أسرع من وتيرة استهلاكها. (حريز، 2016، ص ص. 108-109)

توجد ثلاثة مصادر رئيسية للطاقة المتجددة في الأرض؛ الأولى هي الإشعاعات الشمسية التي تنتج منها الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية؛ والثانية هي جوف الأرض؛ والأخيرة هي المد والجزر. تنتقل مصادر الطاقة هذه من خزان إلى آخر في مسارات مختلفة بدورة الطاقة في الطبيعة، وإذا ما قارنا ما تحتاجه البشرية من طاقة تبلغ 10 تيراواط Terawatt مع ميزانية الأرض السنوية البالغة 174000 تيراواط، يبدو واضحا أن خطر حصول نقص في الطاقة أمر مستبعد، ولكن ما يقلق الجميع هو مدى استمرارية توفر مصادر طاقة رخيصة، ويسهل تداولها وصديقة للبيئة في آن واحد، فضلا عما تتميز به الطاقة المتجددة من خصائص كثيرة تجعلها في مصاف مصادر الطاقة، ومن أهم تلك الخصائص نذكر: (المشهداني، 2013، ص ص. 8-10)

- أنها متجددة ولا يوجد خطر من نضوبها؛
- أنها من المصادر الحرة في الطبيعة والمتوفرة في جميع أنحاء العالم؛
- أنها محددة الموقع أكثر من غيرها، وتستخدم للمعالجة والتطبيق المحلي، ولا تحتاج لنقلها وتوزيعها لمسافات طويلة نظرا لتلاؤمها مع واقع تنمية المناطق الريفية والنائية والبعيدة عن المدن، ومن هنا لا توجد مفقودات تكنولوجية، فضلا عن أنها اقتصادية بالنقل والتوزيع؛
- أنها من المصادر الصديقة للبيئة وتطرح بعض المخلفات المقبولة بيئيا؛
- أن بعض الأجهزة والمعدات الثانوية المستخدمة فيها ذات تصميم بسيط وذات تقنيات يمكن صنعها محليا؛
- تقلل تكاليف استهلاك المناطق الريفية والنائية من الطاقة الكهربائية إلى أدنى حد، من خلال توفير تكاليف نقل الوقود أو نقل الكهرباء من مصادرها الأحفورية لمسافات بعيدة؛
- أن أنظمتها تقوم على النماذج اللامركزية ذات النطاق الضيق التي تتصدى لمشكلات عديدة تتعلق بتزايد التكاليف المتعلقة بتوزيع الكهرباء والتوليد المشترك والبيئة ورأس المال، مما يضعها في موقع لا يحسد عليه في ظل ملوثات كبيرة أنتجتها الطاقة الأحفورية منذ مئات السنين؛
- تستخدم كمصدر مكمل وليست كمصدر بديل لمصادر الطاقة الأحفورية المتاحة، ولا تحتاج إلى أنظمة

تخزين مرافقة مكلفة عند ذروة الطلب على الطاقة على الأخص في فصل الصيف، فضلا عن تحلية المياه، الأمر الذي يجعلها مصدرا موازنا بين العرض والطلب؛

- أن بناء محطاتها ذو تكاليف ما تسمى بمبدئية التحميل، بمعنى أن تكاليف إنشائها مكلف نسبيا، في حين أن تكاليف تشغيلها رخيصة نسبيا حالها في ذلك حال بناء المحطات النووية؛
- أن الاهتمام بقضاياها أمر تخطى الحدود المحلية والإقليمية والدولية، بل أصبحت من المسائل الكونية التي يعنى بها الكثير نتيجة لآثارها التي لا تقتصر على الإنسان وحده، بل تتعداه إلى الحيوان والنبات، ومن ثم الطبيعة بأكملها؛
- أن استخدامها في الدول المستوردة الصافية للطاقة ليس لها تبعات على ميزان المدفوعات ولا على السياسة الخارجية، وتؤمن الامدادات من الطاقة بصورة عامة، فضلا عن امكانية تحويل كلف استيراد الوقود إلى استثمار محلي؛
- أن أسواقها بشكل عام لا يمكن إخضاعها لجميع أنواع أسواق الاحتكار الشائع في الأسواق الرأسمالية، عدا صناعة توربينات الرياح التي تخضع لسوق احتكار القلة؛
- أن إنتاج الطاقة المتجددة يعزز من حالة أمن الطاقة في الدولة لكنها تنتج محليا؛
- أن تكاليف إنتاجها تتناقص مع مرور الزمن بسبب اقتصاديات الحجم، على عكس تكاليف إنتاج الطاقة الأحفورية التي تتزايد بسبب ندرتها؛
- أن الطاقة المتجددة هي طاقة المستقبل، وذلك بسبب ارتباط الاعتماد على الطاقة الأحفورية بعلاقة عكسية بالصحة العالمية ومشكلات التلوث، فكلما ساءت الصحة العالمية، كلما انخفض الاعتماد على مصادر الطاقة الأحفورية، وتوسع إنتاج مصادر الطاقة المتجددة؛
- تعد الطاقة المتجددة استثمارا طويل الأجل بسبب طول معيار فترة الاسترداد؛
- يمكن أن تكون أداة لزيادة ريع صادرات الدول النفطية من خلال زيادة تصدير النفط الخام؛
- أن الطاقة المتجددة تجعل المنتجين والمستهلكين حلفاء في تحقيق البيئة الطبيعية؛
- تتوزع مصادرها توزيعا أكثر اعتدالا من مصادر الطاقة الأحفورية.

ثانيا: أسباب ودوافع الاهتمام العالمي بتطوير الطاقات المتجددة

تزايد الاهتمام الدولي بتطوير واستخدام الطاقات المتجددة، باعتبارها مستقبل استهلاك الطاقة في العالم ومصدرها الدائم لتحقيق التنمية المستدامة. يرجع ذلك لعديد الأسباب والعوامل من أهمها: (حسين علي، 2007، ص

ص. 140-143)

- ندرة موارد الطاقة التقليدية، ما يزال الوقود الأحفوري، أي النفط والغاز والفحم المصدر الرئيسي للطاقة في العالم، فهو يغطي أكثر من 86% من حاجة العالم الطاقوية، في حين تسهم الطاقة النووية بنحو 6.6%، أما باقي النسبة فيتم توفيرها من خلال مصادر الطاقة المتجددة بأنواعها.
- إن الاعتماد على الوقود الأحفوري كمصدر رئيسي للطاقة واستمرار تزايد استهلاكه بشكل كبير يهدد بنضوبه خلال العقود القادمة، فوفقا للدراسة التي أعدها المجلس العالمي للطاقة، يتبين أن الاحتياطي الحالي المؤكد للنفط لن يكفي لأكثر من أربعة عقود قادمة، في حين أن احتياطات الغاز يكفي فقط لحوالي ستة عقود. وهذا بحد ذاته يعد من الأسباب الضاغطة التي تدفع دول العالم للاستثمار في الطاقات المتجددة كأحد الخيارات الطاقوية الاستراتيجية في المستقبل. التلوث البيئي المتصاعد الذي يهدد التوازن البيئي العالمي، الناجم في أساسه عن مخلفات استثمار الوقود الأحفوري واستغلاله، والتي يأتي على رأسها الانبعاثات الغازية الناتجة عن عمليات احتراقه المختلفة، كثاني أكسيد الكربون الذي يسهم بشكل رئيس في ظاهرة الاحتباس الحراري التي تشكل بدورها العامل الأساسي في ارتفاع درجة حرارة الأرض. عليه، تسعى العديد من الحكومات والمؤسسات المهتمة بشؤون البيئة بشكل حثيث إلى تفعيل عملية استغلال الطاقة المتجددة وتشجيعها وتطوير آفاقها باعتبارها طاقة نظيفة وصديقة للبيئة.
- توجد العديد من مواقع احتياطات الوقود التقليدي في مناطق متوترة تسودها الاضطرابات والنزاعات الإقليمية ذات البعد الدولي، ولاسيما منطقة الشرق الأوسط التي تمتلك الاحتياطي الأكبر عالميا ومنطقة بحر قزوين التي تستحوذ على حوالي 20% من احتياطات العالم الإجمالية، الأمر الذي يهدد استمرار تدفق النفط إلى الدول المستهلكة، وهذا ما يدفع بالعديد من دول العالم المهمة، وبالتحديد دول الشمال وجنوب شرق آسيا والصين والهند، التي يتزايد استهلاكها بشكل متصاعد من الوقود، إلى البحث المستمر عن مصادر أخر ى للطاقة أكثر استقرارا بما لا يعرضها إلى التقلبات الحاصلة في أسعار النفط العالمية.
- إن الطاقة النووية رغم أنها طاقة واعدة من حيث إمكانية زيادة إسهاماتها في تأمين احتياجات الطاقة العالمية، إلا أنها تعد طاقة غير آمنة، تكتنفها العديد من المخاطر التي تجعل الكثير من الدول، بما فيها الدول المتقدمة، تتردد في اعتمادها كمصدر أساسي في تأمين احتياجاتها الطاقوية. ومما يثير المخاوف من الاعتماد عليها أن استخدامها يؤدي إلى إنتاج نفايات ذات فعالية إشعاعية عالية إضافة إلى الشكوك المثارة حول كفاية احتياطي اليورانيوم.

- دافع التطور التقني، إذ أن هناك صلة مهمة بين التطور التقني واستهلاك الطاقة على مر العصور، فالابتكار كان وما يزال يؤدي دورا مهما في تطوير سيناريوهات مستقبلية للطاقة، وقد أسهمت بعض الابتكارات التقنية التي تم تطويرها مؤخرا في تحقيق تقدم ملموس في مجال استثمار الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. وفي هذا السياق يجب التنبه إلى دور السياسات الحكومية المهم في تطور التقنية وتعميمها، فقد ساعدت سياسات الحكومة النرويجية الجريئة على سبيل المثال في تطور صناعة التوربينات الهوائية وانتشارها، الأمر الذي لم يتحقق في بريطانيا رغم تمتعها بموار د هوائية تتميز بها عن النرويج.
- تحرير أسواق الطاقة، حيث يجري منذ سنوات عدة خلت تحرير أسواق الطاقة في سائر الاقتصادات المتقدمة، حيث تمر أسواق الكهرباء والغاز في مراحل مختلفة من إعادة التنظيم في مجالات عدة، وهذا من شأنه التحفيز باتجاه تقديم خدمات جديدة للمستهلكين بما فيها التوجه نحو لا مركزية توليد الكهرباء وإمداداتها، وبالتالي البحث عن مصادر جديدة للطاقة أكثر استدامة تعتمد ما أمكن على مصادر طاقوية متوفرة محليا.

ثالثا: مصادر وأنواع الطاقات المتجددة

1. الطاقة الشمسية:

1.1. مفهوم الطاقة الشمسية:

تعد أشعة الشمس المباشرة أعظم مصادر الطاقة وفرة في العالم، ففي كل عام يسقط على الطبقات العليا للغلاف الجوي للأرض ما يقرب 5.4 اكساجول من الطاقة الشمسية ينعكس ثلثها إلى الفضاء ويمتص الغلاف الجوي 18% أخرى منها. رغم ذلك فإن هذه الطاقة الوافدة إلى الأرض تزيد عن إجمالي الاحتياطات العالمية من الطاقة بنحو 5000 مرة. (زحوط، 2013، ص. 41)

حظيت الطاقة الشمسية بالاهتمام العالمي لما لها من المقومات والإمكانات المتجددة والمؤكدة، الأمر الذي شجع دول العالم إلى الاتجاه لتنميتها والتوسع في استخدامها، خاصة أنها تتوفر بكثرة في معظم دول الحزام الشمسي للأرض، مما يدل على الأبعاد المتزايدة لأهمية استغلال هذا المصدر اقتصاديا. للطاقة الشمسية استخدامات عديدة، فهي تستخدم في عمليات ضخ المياه وتحليتها والتبريد وتشغيل الشبكات اللاسلكية والتلفزيون وعمليات الإنارة وإشارات التنبيه بالوحدات الصحية، وغير ذلك من الاستخدامات. من أهم مميزات الطاقة المنتجة منها أنها تعتبر طاقة نظيفة لا ينتج عنها عوادم ومخلفات أو إزعاج، ولا يعوق انتشارها في الوقت الراهن سوى ارتفاع تكلفتها نسبيا، والتي من المتوقع انخفاضها في السنوات القليلة القادمة بسبب تقدم الأبحاث المكثفة في هذا المجال،

وحاجة العالم إلى مصادر بديلة وطاقة نظيفة غير ملوثة للبيئة. (جباري، 2018، ص ص. 135-136)

تستخدم التجمعات من الخلايا الشمسية (وحدات الطاقة الشمسية) لالتقاط الطاقة من ضوء الشمس لتحويله إلى كهرباء، عندما يتم تجميع وحدات متعددة معا، حيث تكون أولوية التركيب بنظام تعقب قطبي محمول. يتم تركيب هذه الخلايا الضوئية كوحدة واحدة يتم توجيهها على سطح واحد، وتسمى بلوح الطاقة الشمسية، والطاقة الكهربائية الناتجة من الوحدات الضوئية تعتبر مثالا على استخدام الطاقة الشمسية والخلايا الكهروضوئية.

يقوم مبدأ عمل الخلايا الشمسية على امتصاص أشعة الشمس وتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية يمكن الاستفادة منها، وفي هذه الحالة تكون الشمس قد أدت دور المولدات الكهربائية، ففي كل يوم تشرق فيه الشمس تطلق طاقة كبيرة على شكل فوتونات تغطي كل جزء من سطح الأرض، وتصل كمية هذه الطاقة إلى أكثر من ألف واط لكل متر مربع من الأرض المكشوفة، وتقوم الألواح الشمسية باستقطاب هذه الطاقة ويحتوي كل لوح من ألواح الطاقة الشمسية على مجموعة من الصفوف، وكل صف يحتوي على خلايا شمسية، ويتم تجميع هذه الألواح في مصفوفات كبيرة جدا لتشكيل المحطات الشمسية التي تمد المدن والمصانع بالطاقة في العديد من أنحاء العالم. (أسامة، 2018، ص. 27)

أما التحويل الحراري للطاقة الشمسية فيعتمد على تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية عن طريق الأطباق الشمسية والمواد الحرارية، فإذا تعرض جسم داكن للون ومعزول إلى الإشعاع الشمسي فإنه يمتص الإشعاع وترتفع درجة حرارته. يستفاد من هذه الحرارة في التدفئة والتبريد وتسخين المياه وتوليد الكهرباء وغيرها، وتعد تطبيقات السخانات الشمسية هي الأكثر انتشارا في مجال التحويل الحراري للطاقة الشمسية، يلي ذلك من حيث الأهمية المجففات الشمسية التي يكثر استخدامها في تجفيف بعض المحاصيل الزراعية مثل التمور وغيرها؛ كذلك، يمكن الاستفادة من الطاقة الحرارية في طبخ الطعام، حيث أن هناك أبحاث تجري في هذا المجال لإنتاج معدات للطهي تعمل داخل المنزل بدلا من تكبد مشقة الجلوس تحت أشعة الشمس أثناء الطهي. (أسامة، 2018، ص. 36)

2.1. مزايا الطاقة الشمسية: (أسامة، 2018، ص ص. 79-80)

- الطاقة الشمسية غير قابلة للنفاذ، كما أنها من مصادر الطاقة الطبيعية التي تساهم بشكل كبير في توليد مختلف أشكال الطاقة، فمن الممكن استخدامها في تسخين الماء بدلا من الغاز والكهرباء، أو في تحريك السيارة بدلا من النفط، أو حتى في إضاءة المنزل بدلا من الكهرباء.
- توفر على الأفراد تكاليف الاشتراك في شركات توليد الكهرباء، فمن الممكن تركيب الألواح الشمسية على أسطح المنازل، وتوليد الكهرباء اللازمة لتشغيل الأدوات الكهربائية وإنارة المنزل، وبالتالي تمكن الأفراد من الحصول على الكهرباء من مصادرهم الخاصة.

- لا تتطلب الكثير من أعمال الصيانة والتركيب، وبالتالي توفر على الأفراد المجهود العضلي، والمجهود المبذول في الصيانة، حيث أنه بمجرد تركيب الأحواض أو الألواح الشمسية تبدأ عملها بأعلى درجات الكفاءة والإتقان.
- تحافظ على البيئة من التلوث الضوضائي، وذلك لأن إنتاج الطاقة الكهربائية القابلة للاستخدام في الألواح الشمسية لا يصدر أي صوت مزعج، كما أنها لا تصدر أي انبعاث ضار يسبب تلوث البيئة.
- تستخدم في تدفئة المنازل والمباني، وذلك من خلال استخدام تكنولوجيا خاصة تعمل على التقاط الطاقة الحرارية الصادرة من الشمس، بواسطة ماص لأشعة الشمس، وتقوم الحرارة الممتصة بتسخين الهواء الموجود داخل المنازل والأبنية. تجدر الإشارة إلى أن هذا الجهاز يطلق عليه اسم مجمع الطاقة الشمسية الحرارية، وهذا الجهاز من الممكن أن يكون مصنعا من المواد البلاستيكية أو المواد الزجاجية، وتعتبر هذه الطريقة في تدفئة المنازل تعد من أفضل الطرق، وذلك لما تمتاز به من زهد الثمن مقارنة بغيرها من الوسائل المستخدمة في تدفئة الأبنية.

3.1. عيوب الطاقة الشمسية: (أسامة، 2018، ص ص. 82-83)

- تعتبر تكلفة إنشاء أنظمة أشعة الطاقة الشمسية مرتفعة جدا، لذلك لا يفضل العديد من الأشخاص استخدامها في الأمور الشخصية كالاستخدام المنزلي.
- لا يمكن الحصول على الطاقة الشمسية إلا في فترة النهار، لذلك لا يمكن استخدامها، أو الاعتماد عليها أثناء الليل.
- في الأجواء الضبابية والماطرة تقل كفاءة استخدام الطاقة الشمسية كمصدر من مصادر توليد الطاقة.
- يجب الحرص على تنظيف ألواح الطاقة الشمسية باستمرار، وإزالة الأتربة أو الأشياء التي تحجبها عن أشعة الشمس.
- لا يمكن استخدام ألواح الطاقة الشمسية في الأماكن المغلقة أو الضيقة، أو التي لا تصلها أشعة الشمس بشكل كلي.
- كفاءة الخلايا الشمسية تقدر بحوالي 20% فقط، وعلى الرغم من ذلك فما تزال الدراسات العلمية وعمليات البحث والتطوير على الخلايا قائمة لرفع معدل الكفاءة.
- إرتفاع أسعار البطاريات التي تستخدم في تخزين الطاقة الشمسية، كما أنه من الصعب تخزين هذه الطاقة

بدون خسارة كميات كبيرة منها.

- تكلفة إنشاء نظام شمسي عالية تقريبا ولكن على فترات طويلة يكون استخدام هذه الطاقة مربح.
- عدم توفر الطاقة الشمسية لطوال اليوم، كما أن وجودها أو عدم وجودها يتغير بتغير فصول السنة مما يجعل هذا المصدر غير ثابت بالنسبة للكثيرين.
- ارتفاع تكلفة المعدات التي تحول الطاقة الحرارية الناتجة من الشمس لطاقة كهربائية أو طاقة كهرومغناطيسية مما يصعب وجود مثل هذه المعدات لدى الكثيرين.

4.1. التقنيات الأساسية المستخدمة في مجال الطاقة الشمسية: (دندي وعامر، 2021، ص ص.3-4)

1.4.1. الخلايا الفولطا ضوئية (Pholtaic-PV): تستعمل هذه الخلايا لتحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية بصورة مباشرة، وهي تتكون من مواد شبه موصلة (Semi-Conductors) متنوعة، بالدرجة الأساس من مادة السيليكون، ولا تحتوي على أجزاء متحركة، وتعمل عن طريق استخدام المادة شبه الموصلة لتحويل أشعة الشمس، أي الضوء (Photons) التي تمتصها تلك المادة إلى كهرباء (Voltage) بصورة مباشرة بواسطة ظاهرة التأثير الضوئي (PV-Effect). هذه التقنيات آخذة في التطور وعالية التكاليف نسبيا، وقد تكون تنافسية في حالات معينة مثلا في الأماكن البعيدة عن شبكات الطاقة الوطنية أو في الأماكن النائية التي يتزايد فيها الطلب العالمي على الطاقة مع معدل سقوط عالي لأشعة الشمس.

2.4.1. الأنظمة الحرارية الشمسية (Solar Thermal Systems): وهي تكون بأنواع مختلفة، منها ما هو بسيط يشتمل بالدرجة الأساس على ألواح أو صحون مسطحة شمسية توضع باتجاه ثابت لالتقاط أشعة الشمس وتوليد الحرارة. عليه، تزايد سوق السخانات الشمسية بصورة كبيرة بالأخص منذ تسعينات القرون الماضي في دول عديدة من العالم لأسباب منها انخفاض التكاليف نسبيا بالمقارنة مع الخلايا الفولطا ضوئية، بالإضافة إلى الدعم الحكومي، كما أن تقنياتها لا تتميز بدرجة عالية من التعقيد. يقدر أن هنالك ما يزيد عن 40 مليون منزل تستخدم الطاقة الشمسية لتسخين المياه في العالم.

3.1.4. أنظمة التركيز الحرارية الشمسية (Solar Thermal Concentration Systems): تستخدم هذه الأنظمة لتوليد الحرارة، ومن ثم توليد الطاقة الكهربائية بصورة غير مباشرة من خلال استغلال أشعة الشمس لتسخين المياه وتوليد البخار الذي يقوم بدوره بتدوير توربينات بخارية تقوم بتوليد الكهرباء، أي من خلال الحرارة ودورات البخار (Steam Cycle). وتعتمد المحطات الحرارية الشمسية على السقوط المباشر لأشعة الشمس وبدرجة عالية، وبذلك فهي تكون مناسبة للمناطق القاحلة الجافة أو شبه الجافة. ومن بين الدول الواعدة في العالم في هذه الصناعة هي الشرق الأوسط وإفريقيا، وبعض مناطق الولايات المتحدة

وأمريكا اللاتينية وآسيا.

على الرغم من أن تكاليف تقنية المحطات الشمسية الحرارية أقل من تقنية الخلايا الفولطا ضوئية، فهي تعتبر أبعد بكثير عن الجدوى الاقتصادية بالمقارنة مع الخلايا الفولطا ضوئية، وذلك لأسباب متعددة منها: (دندي وعامر، 2021، ص. 4)

- **الحجم**: إن تشييد محطات من هذا النوع يتطلب أن تكون ذات سعة كبيرة جدا لتكون اقتصادية كونها تعتبر منافسة مباشرة لمحطات توليد الكهرباء الكبيرة العاملة على الوقود الأحفوري ذات التكاليف المنخفضة نسبيا بالإضافة إلى محطات الطاقة النووية.
- **المرونة**: تتميز أنظمة المحطات الحرارية الشمسية بقلة درجة مرونتها بضوء إمكانية استخدامها في مناطق معينة فقط، أي التي تتمتع بدرجة عالية من السقوط المباشر لأشعة الشمس. بالمقابل، تتميز تقنية الخلايا الفولطا ضوئية بدرجة عالية من المرونة، بحيث يمكن استخدامها في أماكن بعيدة عن شبكات الطاقة الوطنية ولاستخدامات مختلفة حسب طبيعة وحجم الاستخدام، أو ربطها بالشبكات الوطنية.

2. طاقة الرياح:

بدأ استخدام طاقة الرياح مع بدايات التاريخ لأغراض مختلفة، إلا أن استخدامها لتوليد الكهرباء يعتبر جديد نسبيا، حيث بدأ، ولأول مرة، في الولايات المتحدة في بدايات القرن الماضي، حيث تم استخدام طواحين هوائية صغيرة في العشرينات، لتوليد الكهرباء في بعض المناطق الريفية من الولايات المتحدة، بالأخص البعيدة عن خدمات الكهرباء. إلا أنه انخفض استخدامها بعد وصول خطوط نقل الطاقة الكهربائية إلى المناطق الريفية الأمريكية خلال الثلاثينات من القرن الماضي.

عاد الاهتمام ثانية لاستخدام طاقة الرياح لتوليد الكهرباء خلال سبعينات القرن الماضي، والذي أصبح يمثل استخدامها الرئيسي على مستوى العالم حاليا. وتستخدم في الوقت الحاضر، توربينات هوائية لتوليد الكهرباء، تتألف من شفرات (Blades) دوارة تحمل على عمود ومولد كهربائي قادر على تحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة كهربائية. (دندي وعامر، 2021، ص. 5)

بدأ استغلال طاقة الرياح منذ حوالي عشرة قرون في أوروبا، حيث استغلت في طحن الحبوب، وخاصة الذرة، أو في ضخ المياه. كان ذلك في حدود القرن الحادي والثاني عشر ميلادي، ثم أدخلت بعد ذلك في ضخ مياه الصرف واستصلاح الأراضي، وخاصة في هولندا. كانت طواحين الهواء لديها القدرة على توليد طاقة بمقدار 50حصان. كما كانت هناك بعض المحاولات البدائية في بدايات الهجرة الأوروبية إلى أمريكا لاستغلال طاقة الرياح،

فاستخدمت في توليد طاقة كهربائية بسيطة لأغراض الإضاءة، وكذا ضخ المياه واستمرت هذه المحاولات حتى بدايات القرن العشرين، حيث بدأت محاولات عديدة لتصميم محطات أو طواحين لاستغلال طاقة الرياح بشكل اقتصادي وفني مجدي على نطاق واسع لإنتاج الطاقة.

هناك عدة محددات لاستغلال طاقة الرياح، أهمها: (هواري، 2018، ص. 90)

- عدم انتظام سرعة الرياح (سرعة أقل من 10 كم/ساعة عادة ما تكون غير اقتصادية؛
- عدم انتظام اتجاه الرياح، ولذلك يوصى بأن تكون المروحية قابلة للحركة على قاعدتها حول محور رأسي، وتكون أطراف المروحة تسمح باستقبال أكبر قدر من قوة دفع الرياح مهما تغير اتجاهها.
- عدم انتظام القدرة المولدة بالمراوح، مما يؤثر على عدم انتظام شدة التيار الكهربائي أو كمية المياه المضخة؛
- هناك إمكانية الحصول على تدفق مستمر للرياح، ولكن على ارتفاعات كبيرة (400-500م)، إلا أنه يعاب على هذه الطريقة ارتفاع تكاليف إنشاء هذه الأبراج العالية، حيث أنه لا يمكن تخزين طاقة الرياح في شكلها الأولي (طاقة حركية).

تتميز توربينات الرياح بأحجام متنوعة، حيث شهد حجم التوربينات تطورا مع مرور الزمن والتقدم التكنولوجي. كان الحجم السائد يقل عن 100 كيلو واط لغاية منتصف الثمانينات من القرن الماضي. بعدها ازداد إلى بضعة مئات من الكيلوواط إلى أن وصل في منتصف التسعينات إلى 0.5-1.5 ميغاواط، وأخيرا ازدادت الحجوم الكبيرة للتوربينات لتصل إلى 5 ميغاواط وازداد قطرها حتى 125 متر وارتفاعها إلى 90 متر. (دندي، 2019، ص. 121)

3. الطاقة الكهرومائية:

إن استخدام المصادر المائية كمصدر للطاقة تعود إلى القرن الميلادي الأول، حيث استخدم الإنسان مياه الأنهار لتشغيل بعض النواعير، التي تستعمل بدورها لتشغيل مطاحن الدقيق. كانت النواعير الأولى أفقية أي أن حركة دورانها تحدث في مستوى أفقي، ومنذ بداية القرن الرابع ميلادي تطوت الناعورة العمودية وانتشرت في الشرق الأوسط ثم امتدت إلى أوروبا بعد الثورة الصناعية ومنها إلى الولايات المتحدة الأمريكية. وهي عبارة عن وسيلة لجمع وتحويل الطاقة الناتجة عن قوة المياه المتساقطة من أعالي الشلالات والأنهار ومياه السدود. (هواري، 2018، ص.87)

إن فكرة إنشاء محطات الطاقة على مساقط مياه الأنهار تعود أصلا إلى العام 1870، حيث تم طرح فكرة إنشاء محطة لتوليد الطاقة في شلالات نياجارا. وبالفعل بدأ تنفيذ المشروع في 1886، وانطلق العمل فعليا العام

1895، ولم تكن تتجاوز طاقة المحطة الإنتاجية 3.75 ميغاواط. فيالوقت نفسه، كان العمل جاريا لإنشاء عدة محطات أخرى في أوروبا. كمية الطاقة الكامنة في محطات التوليد هذه تعتمد أساسا على متغيرين هما كمية الماء ومسافة سقوطه، فكلما كانت قيمة هذين المتغيرين مرتفعة زادت كمية الطاقة الكامنة في المحطة، وتعمل هذه المحطات بكفاءة عالية تصل في بعض الأحيان إلى 80-90 بالمائة. (هواري، 2018، ص. 88)

تتميز محطات القوى التي تنتج الكهرباء من السدود بدرجة كفاءة عالية، وعادة ما تكون تكلفة التوليد الكهرومائي أقل من تكلفة التوليد من أية مصادر أخرى، نظرا لأن عمر السدود قد يصل إلى أكثر من مائة عام، كما أن التكاليف التشغيلية لمحطات التوليد الكهرومائي الملحقة بالسدود أقل بكثير من التكاليف التشغيلية لمحطات التوليد الحراري. عادة ما يتم استخدام التوليد الكهرومائي لغرضين، الأول هو تلبية جزء من حمل القاعدة، نظرا لانخفاض تكلفة التوليد منه، والثاني هو الاستجابة لأية تغيرات في الأحمال أو في التوليد، حيث يمكن، عن طريق تغيير شفرات التربينات، زيادة أو تخفيض القدرة المولدة من التربينات، بسرعة كبيرة. (فرحات، 2019، ص ص. 92-93)

4. طاقة الكتلة الحيوية:

يقصد بالكتلة الحيوية ما يتم تجميعه من مخلفات، مثل الأشجار الميتة، وفروع الأشجار وأوراقها، ومخلفات المحاصيل وقطع الخشب وغيرها، حيث يمكن الاستفادة من المخلفات من خلال عمليات إعادة التدوير Recycling أو إعادة الاستخدام Re-Use، وهو ما يمكن أن يؤدي إلى تقليل حجم المخلفات والقمامة. ويقصد بتدوير المخلفات إعادة استخدامها لإنتاج منتجات أخرى أقل جودة من المنتج الأصلي؛ في حين يقصد بإعادة الاستخدام، مثلا إعادة استخدام الزجاجات البلاستيكية للمياه المعدنية بعد تعقيمها. (حداب، 2020، ص. 24)

يعتبر وقود الإثانول (Ethanol) من أفضل أنواع الوقود المستخلصة من الكتلة الحيوية، يتم استخراجه من محاصيل الذرة أو السكر. هناك تجارب تجري باستمرار لإيجاد وسائل اقتصادية لاستخدام الكتلة الحية في توليد الكهرباء؛ من أهم هذه التجارب العمل على حجز غاز الميثان المنطلق من المواد النباتية الذابلة، وكذلك من المخلفات الحيوانية، ومن ثم استخدامه كوقود. هناك أيضا تجار ب أخرى تهدف إلى استخدام الأخشاب في صناعة الكهرباء، حيث يمكن الاستفادة من الفضلات الخشبية الناتجة عن صناعة الورق في توليد طاقة كهربائية تغذي هذه الصناعات نفسها. (هواري، 2018، ص ص. 92-93)

هنالك طرق وتقنيات عديدة لاستغلال الكتلة الحيوية لأغراض توليد الكهرباء والحرارة منها الحرق المباشر (Direct Combustion)، والحرق المساند (Co-Firing) بالأخص مع الفحم، والتحويل إلى غاز (Gasification)، أي التحويل إلى غاز حيوي (Biogas). (دندي، 2019، ص. 124)

5. طاقة المحيطات والمد والجزر:

يتم توليد الطاقة الكهربائية من طاقة المحيطات من خلال الإستفادة من اختلاف درجات الحرارة ما بين مياه السطح الدافئة للمحيط والمياه الباردة السفلى، وتعد هذه الطاقة فعالة عندما تكون درجة حرارة مياه السطح أعلى من 20 درجة مئوية ومياه البحر العميق أقل من 7 درجات مئوية. بالرغم من تفاوت درجة الحرارة في البحار الاستوائية ما بين سطح المياه والأعماق، غير أن هذه المصادر لم تثبت جدواها الاقتصادية والتقنية حتى الآن، ولا يتوقع أن يكون لها دور يذكر في ميدان الطاقة مستقبلا، نظرا لمتطلباتها التكنولوجية الكبيرة التي لم تكتشف إلى حد الآن، ولم تثبت كفاءتها في توليد الطاقة الكهربائية بشكل تجاري يمكن أن تسهم في ميزان الطاقة العالمية.

فيما يخص طاقة المد والجزر فهي الطاقة الناتجة من تكرار ارتفاع الماء مرتين يوميا، ومع انخفاضه يندفع الماء فيولد طاقة يستفاد منها في محطات التوليد المائية، وقد اشتهر استخدامها في الولايات المتحدة الأمريكية وبعض الدول الأوروبية، وخاصة فرنسا التي تمتلك أعلى مستوى للمد والجزر على المستوى العالمي، وذلك على سواحل بحر المانش La Manche، حيث قامت فرنسا بإنشاء أول محطة توليد كهرومائية من طاقة المد والجزر على نهر الرانس Rance River. (المشهداني، 2013، ص ص. 20-21)

تتميز طاقة المد والجزر بكونها طاقة نظيفة لا تنتج انبعاث غازات ضارة أو نفايات، كما لا يحتاج تشغيلها إلى تكاليف أو وقود حال الاكتمال من بناء المشروع. إلا أنها تحتاج إلى تكاليف استثمارية عالية للبناء، بالإضافة إلى أن هناك مواقع قليلة جدا مناسبة لإقامة مثل هذه المشاريع. وقد تخلق تلك المشاريع مشاكل سياحية وبيئية بسبب الحواجز الضرورية لحجز الماء لعملية التوليد (على الرغم أن هناك تقنيات أخرى يتم تطويرها لتفادي طريقة الحواجز). كما يقتصر إنتاج الكهرباء من محطات المد والجزر، أي خلال حوالي 10 ساعات يوميا فقط، وأشارت بعض المصادر بأنه في حالة وجود الموقع المناسب، فقد تكون تكاليف توليد الكهرباء من المد والجزر أكثر تنافسية من الفحم ومقاربة للطاقة النووية. (دندي، 2019، ص. 123)

هنالك جيل جديد من التقنيات يجري تطويره حاليا يعتمد على توليد الكهرباء من طاقة الأمواج، حيث تجري محاولات في بعض الدول لاستغلال هذا المصدر، حيث أنشأت البرتغال أول محطة لتوليد الطاقة الكهربائية المستمدة من حركة أمواج البحر في شمال البلاد. كما يجري بناء محطة في اسكتلندا أيضا بالإضافة إلى محاولات في دول أخرى مثل أستراليا والنرويج والصين والهند وأيرلندا والولايات المتحدة، والتي جوبهت في البداية بمشاكل فنية كبيرة. رغم ذلك، يتوقع بعض المختصين في مجال الطاقات المتجددة أن تكون تقنيات طاقة الأمواج واعدة بدرجة أكبر بالمقارنة مع تقنيات المد والجزر.

6. الطاقة الحرارية الجوفية:

تعرف الطاقة الحرارية الجوفية بأنها عبارة عن طاقة حرارية كامنة في باطن الأرض تتولد عن احتكاك الصخور الساخنة بالمياه الموجود قربها أو بالمياه التي يوصلها الإنسان بطريقة ما. فينتج عن عملية الاحتكاك بخار يستخدم لتوليد الكهرباء. وهي طاقة متواجدة في جميع دول العالم، إلا أنها ليست بنفس العمق. لقد تم إثبات أن درجة حرارة القشرة الأرضية تزيد بزيادة العمق بحيث تصل درجة حرارة نواة الكرة الأرضية حوالي 2500 إلى 3000 درجة مئوية، وينتج سريان هذه الحرارة الجوفية في أراضي القارات عن النشاط الإشعاعي للقشرة الأرضية، وتعتبر هذه الطاقة الحرارية الجوفية مصدر لا ينفذ ومخزن في الماء الساخن أو بين الصخور.

توجد العديد من مصادر الطاقة الحرارية الجوفية، من أهمها نذكر: حداب، 2020، ص ص. 26-27)

- **حقول المياه الساخنة:** تحتوي هذه الحقول على مياه درجة حرارتها تتراوح ما بين خمسين إلى مئة درجة مئوية، والتي يمكن أن تستغل للاستخدام المنزلي أو العمليات الصناعية التي تحتاج إلى حرارة، ومن أشهر الحقول المستغلة اقتصاديا تلك الموجودة في المجر، فرنسا، روسيا وإيطاليا.
- **حقول البخار الرطب:** تحتوي هذه الحقول على مياه تحت ضغط عالي وعند درجات حرارة أعلى بكثير من درجة الغليان، كما توجد كميات ضئيلة من البخار عند الأجزاء ذات الضغط المنخفض. وتعتبر هذه الحقول أكثر المصادر الحرارية جدوى في الاستغلال الصناعي، كما أنها تستخدم في توليد الكهرباء وكافة الاستخدامات الأخرى. من أمثلة حقول البخار الرطب تلك الموجودة في نيوزيلاندا، المكسيك، السلفادور، الفلبين والولايات المتحدة الأمريكية، وتستغل كلها في توليد الكهرباء.
- **حقول البخار المحمص:** تشبه هذه الحقول من الناحية الجيولوجية حقول البخار الرطب، بحيث يتواجد الماء الحار والبخار لكن البخار هو الغالب، وتنتج هذه الحقول بخارا جافا (أي بدون ماء في الحالة السائلة) ويكون البخار محمصا (عندما تكون درجة حرارة البخار أعلى من درجة حرارة التبخر يسمى البخار محمصا) ومختلطا مع بعض الكميات القليلة من الغازات وخصوصا ثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين، ويستخدم هذا البخار في توليد الكهرباء. من أمثلة هذه الحقول تلك الموجودة في إيطاليا والولايات المتحدة الأمريكية واليابان.

رابعا: العقبات والتحديات التي تواجه تبني الطاقات المتجددة:

إن التوجهات العالمية لاعتماد الطاقات المتجددة، لا تلغي وجود العديد من العقبات التي تواجه برامج التحول نحوها كمصدر أساسي للطاقة، وذلك على المستوى الدولي. يمكن إيجاز أهم هذه العقبات في النقاط التالية: (وردم، 2011، ص. 36)

- اعتماد اقتصاديات الدول النفطية الكبيرة على مصادر الطاقات التقليدية (النفط والغاز)، يتوقع أن يؤدي في بعض الحالات إلى تخفيف الإندفاع نحو الطاقة المتجددة خوفا من إحداث تأثير سلبي في منظومة إنتاج النفط وأسعاره؛
- إرتفاع رأس المال اللازم لمشروعات الطاقات المتجددة؛ يجعل الكثير من الدول في حاجة إلى الاعتماد على مشاركة الاستثمار الأجنبي، أو المنح الخارجية المرتبطة بصناديق التنمية النظيفة، خاصة وأن العائد على الاستثمار يحتاج إلى وقت أطول من الاستثمار في مصادر الطاقة التقليدية؛
- تتطلب المساحات الكبيرة التي يجب تخصيصها لمشروعات طاقة الرياح والطاقة الشمسية سياسات وبرامج واضحة لاستخدامات الأراضي وتمليكها للدولة، لتقليل نفقات استئجارها أو شرائها.
- افتقار الكثير من الدول إلى تكنولوجيات متطورة للاستمرار في تخزين الطاقة خاصة الطاقة الشمسية لاستخدامات إنتاج الكهرباء، والحفاظ على المياه المستخدمة في مجال الطاقة؛
- تتطلب صناعات الطاقة المتجددة، وما يرافقها من تحول إلى الاقتصاد المعتمد على الكهرباء الخضراء عناصر نادرة مثل الغاليوم، التيتانيوم، والكاديوم وغيرها، حيث لا يزال التنقيب عنها في العالم محدود، كما أن استخراج هذه العناصر من باطن الأرض، وطرائق تنقيتها من الشوائب، تشتمل على مشكلات بيئية، تحتاج إلى أساليب تكنولوجية دقيقة وصديقة للبيئة.

بالإضافة إلى جملة من التحديات التي تطرح تساؤلات حول قدرة الطاقات المتجددة على الارتقاء إلى كسب الرهانات والتغلب على التحديات، والتي يمكن تبويبها فيما يلي: (طاجين، 2012، ص ص. 254-255)

- **على المستوى المالي**: تواجه الطاقة النظيفة مشكلة تتعلق بانخفاض القدرة التنافسية لأسعارها حيث يؤكد المهتمون بالمجال الطاقوي، على أن المشكلة الأساسية للطاقة البديلة هي عدم قدرتها على منافسة وسائل إنتاج الطاقة الأخرى من حيث الأسعار؛ كما أن هناك تحد آخر مرتبط بمخاطر تقلبات سعر الصرف، لأن الطاقة بشكل عام من المنتجات السريعة التأثر بتقلبات سعر الصرف الأجنبي؛ و بالنسبة

للاستثمارات في مجال الطاقة النظيفة فهي مرتبطة إما بالشركات المنتجة للطاقة أو بمشاريع الدول، وعلى الرغم من أن الإجماع الآن تحقق حول التغيرات المناخية التي سببها الانبعاث الحراري والغازي، وتحقق الأبحاث من أن الطاقة النظيفة هي السبيل لحل هذا المشكل؛ إلا أن القليل من التقارير فقط هي التي تحدثت عن الطريقة التي ستمول بها هذه المشاريع؛

- **على المستوى السياسي**: هناك مخاطر تواجه مشاريع الطاقة النظيفة، تتمثل في احتمالات أن تتراجع البلدان على اتفاقيات شراء الطاقة التي تؤمن العائدات على المدى الطويل، والتي يتم مقابلتها بتقديم القروض، كما أن هناك نضج في البيئة القانونية الخاصة بإنتاج الطاقة النظيفة، مما يطرح المخاطر التعاقدية، فضلا عن أن مجال الطاقة قد يخضع لتغير في المواقف السياسية، مما ينعكس سلبا على هذا النوع من المشاريع؛
- **على المستوى الفني**: من خلال ندرة مشغلي الطاقة الذي يتمتعون بكفاءة الأداء الفني، والافتقار إلى الخدمات الهندسية المتخصصة وعدم توفر إطار داعم للحفاظ على حقوق الملكية الفكرية في الأسواق الناشئة في مجال الطاقة النظيفة.

خامسا: واقع ومستقبل الطاقات المتجددة في إفريقيا

باستثناء الطاقة الكهرومائية لا تزال مساهمة مصادر الطاقة المتجددة الحديثة-الطاقة الشمسية، طاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية، والطاقة الحيوية الحديثة- هامشية في مزيج الطاقة، على الرغم من الإمكانات المتوفرة. تستحوذ إفريقيا على نسبة 3%من القدرة المركبة لتوليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة في العالم رغم امتلاكها لموارد كبيرة في هذا المجال. شهدت السنوات الأخيرة تزايد استخدام الطاقة المتجددة، مع ارتفاع قدرة توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة في القارة بنسبة 7% في العقد الأخير (2010-2020)، حيث استحوذت الطاقة الشمسية على أكبر قسم من هذه الزيادة. يرجع هذا النمو بصورة كبيرة إلى إنشاء مشاريع ضخمة في عدد من البلدان الإفريقية، ولا سيما مشاريع الطاقة الكهرومائية والطاقة الشمسية الكهروضوئية الجديدة على نطاق المرافق. وعلى صعيد المناطق، كان لمنطقة إفريقيا الجنوبية المساهمة الأبرز في إجمالي قدرة توليد الكهرباء من المصادر المتجددة العام 2020 مع إنتاج بلغ 17 جيجاواط، أو حوالي ثلث إجمالي إنتاج إفريقيا؛ تليها شمال إفريقيا بواقع 12.6 جيجاواط، وهو ما يمثل ربع إجمالي إنتاج القارة. (الوكالة الدولية للطاقة وبنك التنمية الإفريقي، 2022، ص. 11)

فيما يخص واقع وحصة كل مصدر من مصادر الطاقة المتجددة في إفريقيا، فهي متبلية من نوع إلى آخر، وهي كالتالي: (الوكالة الدولية للطاقة وبنك التنمية الإفريقي، 2022، ص ص. 12-17)

فيما يخص الطاقة الكهرومائية فقد بلغت القدرة الإنتاجية لهذه الطاقة 34 جيجاواط في نهاية 2020، حيث تعد مشاريع الطاقة الكهرومائية الضخمة أبرز المصادر المتجددة لتوليد الكهرباء في إفريقيا، كما قدرت الإمكانات غير المستغلة في هذا المجال بحوالي 1753 جيجاواط. تساهم الطاقة الكهرومائية في العديد من الدول الإفريقية التي تعبرها أنهار رئيسية، بنصف إجمالي إنتاج هذه الدول من الكهرباء أو أكثر. تضم الدول الأكثر إنتاجا للطاقة الكهرومائية في القارة الإفريقية كل من إثيوبيا، أنغولا، جنوب إفريقيا، مصر، جمهورية الكونغو الديموقراطية، زامبيا، الموزامبيق، نيجيريا، السودان، المغرب وغانا.

فيما يخص الطاقة الشمسية تمتلك القارة الإفريقية واحدة من أكبر الإمكانات العالمية لإنتاج الطاقة الشمسية، إذ تتعرض القارة لمتوسط إشعاع شمسي سنوي يبلغ 2119 كيلوواط ساعي لكل متر مربع، حيث تتلقى أغلب البلدان في المناطق الشمالية والغربية والجنوبية من إفريقيا متوسط إشعاع يتجاوز 2100 كيلوواط ساعي لكل متر مربع سنويا. وتبعا لتقديرات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، تبلغ الإمكانات التقنية للطاقة الكهروضوئية في القارة 7900 جيجاواط، مما يدل على الإمكانات الهائلة لتوليد الطاقة الشمسية. ارتفعت قدرة الطاقة الشمسية بين عامي 2011 و2020 في إفريقيا بمعدل نمو سنوي مركب قدره 54%، كما بلغ إجمالي توليد الطاقة الشمسية المضافة خلال العقد الماضي (2010-2020) 10.4 جيجاواط، وتركزت معظم هذه الإضافات في شمال وجنوب إفريقيا.

فيما يخص طاقة الرياح فتعتبر مناطق إفريقيا الشمالية والشرقية والجنوبية الأكثر ملائمة لتطوير مشاريع طاقة الرياح. تقدر إمكانات توليد الكهرباء من طاقة الرياح بحوالي 461 جيجاواط في إفريقيا، مع إمتلاك الجزائر وناميبيا وموريتانيا أكبر القدرات في هذا المجال. بلغت قدرة التوليد لطاقة الرياح في القارة الإفريقية 6.5 جيجاواط نهاية العام 2020، وتعتبر كل من جنوب إفريقيا، مصر، كينيا، إثيوبيا وتونس، الأكثر قدرة على توليد هذا النوع من الطاقة في القارة الإفريقية.

بالنسبة للطاقة الحرارية الجوفية، تمتلك القارة الإفريقية ما يقدر بحوالي 15 جيجاواط من الإمكانات غير المستغلة. تعتبر كينيا البلد الوحيد في إفريقيا الذي ينتج الكهرباء من الطاقة الحرارية الجوفية بقدرة توليد قدرها 823.8 ميجاواط. في نهاية العام 2019 وضعت كل من أوغندا، جيبوتي، تنزانيا وإريتيريا خططا جديدة لتوليد الكهرباء من الطاقة الحرارية الأرضية، كما قامت إثيوبيا بإنشاء مصنع تجريبي صغير لإنتاجها مستقبلا.

أخيرا، وفيما يخص طاقة الكتلة الحيوية، فهي ضئيلة مقارنة بالطاقات الأخرى، حيث مثلت الاستخدامات الحديثة للطاقة الحيوية لتوليد الكهرباء حوالي 1% فقط من إجمالي توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة العام 2019. تشمل الاستخدامات الحديثة للحرارة محطات التوليد المشترك التي تعمل بحرق الباجاس لمعالجة قصب السكر في شرق إفريقيا، هناك كذلك احتمالات لاستخدام أنواع الوقود الحيوي المحسنة في قطاع النقل في العديد من بالبلدان الإفريقية، حيث يمكن لمنطقة غرب إفريقيا وحدها إنتاج أكثر من 100 ميجا طن سنويا من المخلفات الزراعية التي يمكن تحويلها إلى وقود حيوي مثل الإيثانول والبيوتانول الحيوي، أو إلى كهرباء.

سادسا: تكاليف وتسعير الطاقات المتجددة

تعتبر التكلفة الإجمالية المقومة للطاقة للعديد من تكنولوجيات الطاقة المتجددة مرتفعة نسبيا في الوقت الراهن من الأسعار القائمة للطاقة، بالرغم من أن الطاقة المتجددة في إعدادات مختلفة هي في وضع تنافسي بالفعل من الناحية الاقتصادية. يعتمد تحديد تكاليف الطاقة المتجددة على مجموعة من العوامل تشمل خصائص التكنولوجيا، التباين الإقليمي في التكلفة والأداء، ومعدلات الخصم المختلفة. وتنافس بعض تكنولوجيات الطاقة المتجددة على نطاق واسع أسعار الطاقة بالأسواق الحالية. وتستطيع العديد من تكنولوجيات الطاقة المتجددة الأخرى توفير خدمات طاقة تنافسية في ظروف معينة في الأقاليم التي بها ظروف مواتية للمصادر، أو تلك التي تفتقر للبنية الأساسية الخاصة بإمدادات الطاقة الأخرى منخفضة التكلفة.

تحويل التكاليف الخارجية للطاقة إلى أموال سوف يحسن من التنافسية النسبية للطاقة المتجددة. وينطبق الأمر نفسه في حالة زيادة أسعار السوق لأسباب أخرى. إن إجمالي التكلفة المقومة للطاقة الخاصة بتكنولوجيا ما ليس هو المحدد الوحيد لقيمتها أو تنافسيتها الاقتصادية. وتعتمد جاذبية خيار معروض طاقة بعينه أيضا على أبعاد اقتصادية أوسع وكذلك الأبعاد البيئية والاجتماعية، وعلى الإسهام الذي تقدمه التكنولوجيا للوفاء بخدمات طاقة محدودة، أو ما تفرضه التكنولوجيا في شكل تكاليف إضافية على نظام الطاقة (تكاليف الإدماج مثلا).

شهدت تكلفة معظم تكنولوجيات الطاقة المتجددة انخفاضا سوف يسفر مزيدا من أوجه التقدم التقني المتوقعة عن مزيد من خفض التكاليف. وقد اتضحت أوجه التقدم الملحوظ في تكنولوجيات الطاقة المتجددة وما صاحبها من تخفيضات في التكلفة بعيدة المدى خلال العقود الأخيرة، بالرغم من ظهور بعض فترات ارتفاع الأسعار (من جراء زيادة الطلب على الطاقة المتجددة فضلا عن المعروض منها). إن إسهام الدوافع المختلفة (مثل البحوث والتطوير، وفورات الحجم، التعلم الموجه نحو النشر، والمنافسة السوقية المتزايدة بين موردي الطاقة المتجددة) ليس دائما مفهوما بالتفصيل. يتوقع أن تخفض التكلفة أكثر، مما سيسفر عن انتشار ممكن أكبر، وبالتالي التخفيف من حدة تغير المناخ. وتشمل أمثلة المجالات المهمة لجوانب التقدم التكنولوجي الممكن: نظم إمداد وإنتاج مواد أولية جديدة ومحسنة، الوقود الأحيائي المنتج من خلال عمليات جديدة (يطلق عليها أيضا الجيل الجديد أو الوقود الأحيائي

المتقدم، مثل الليجنوسيليلوز) والتكرير الحيوي المتقدم، والتكنولوجيات المتقدمة لأشباه الموصلات الضوئية (PV) ومركزات الطاقة الشمسية (CSP)، وعمليات التصنيع، ونظم الطاقة الحرارية الأرضية المعززة، والتكنولوجيات الناشئة المتعددة للطاقة البحرية، إنشاء وتصميم محركات بحرية لطاقة الرياح البحرية، ويتوقع أن تخفض تكلفة الطاقة الكهرومائية لتكون أقل بشكل ملحوظ من تكلفة بعض تكنولوجيات الطاقة المتجددة الأخرى، وتوجد فرص البحوث والتطوير لتحقيق الجدوى الفنية لمشاريع الطاقة الكهرومائية في نطاق أوسع من المواقع ولتحسين الأداء الفني للمشاريع القائمة والجديدة. (التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2011، ص. 13)

تميز العقد الماضي 2010-2020 بانخفاض كبير في تكاليف توليد الطاقة باستخدام تقنيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح؛ حيث باتت تنافس خيارات الوقود الأحفوري في حجم القدرة الإنتاجية الجديدة. في هذا الإطار، انخفض المتوسط العالمي المرجح للتكلفة المستوية لمشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية على مستوى المرافق بنسبة 85% خلال الفترة 2010-2020، وذلك من 0.381 إلى 0.057 دولار للكيلوواط ساعي، وانخفض إجمالي التكاليف المركبة من 4731 دولار للكيلوواط إلى 883 دولار للكيلوواط. بالتوازي مع ذلك زادت القدرة الإنتاجية التراكمية في العالم لجميع محطات الألواح الشمسية الكهروضوئية من 42 جيجاواط العام 2010 إلى 714 جيجاواط العام 2020. يشكل ذلك انخاضا حادا في التكلفة؛ فبعد أن كانت تكلفة مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية أعلى بنسبة الضعف من محطات الوقود الأحفوري الأعلى تكلفة، باتت حاليا عند أدنى نطاق التكلفة للقدرة الإنتاجية الجديدة للمحطات العاملة بالوقود الأحفوري. كذلك انخفض المتوسط العالمي المرجح للتكلفة المستوية للأنظمة الكهروضوئية السكنية بشكل ملحوظ خلال هذه الفترة، حيث تراوحت نسبة الانخفاض ما بين 49% و82% في كل من أستراليا وألمانيا وإيطاليا واليابان والولايات المتحدة.

فيما يخص مشاريع طاقة الرياح البرية، فقد انخفض المتوسط العالمي المرجح للتكلفة المستوية بين عامي 2010 و2020 بنسبة 56%، كما ارتفع متوسط عوامل القدرة الإنتاجية من 27% إلى 36%. ارتفعت كذلك القدرة الإنتاجية التراكمية خلال هذه الفترة من 178 جيجاواط إلى 699 جيجاواط. كان الدافع وراء انخفاض تكلفة الرياح البرية موزعا بالتساوي بين انخفاض أسعار التوربينات، وتوازن تكاليف المحطات، وارتفاع القدرة الإنتاجية للتوربينات الحديثة. بالنسبة لطاقة الرياح البحرية، انخفضت المتوسط المرجح للتكلفة المستوية في العالم من 0.162 دولار أمريكي للكيلوواط ساعي العام 2010 إلى 0.084 دولار أمريكي للكيلوواط ساعي العام 2020.

بالنسبة للطاقة الشمسية المركزة، انخفض المتوسط العالمي المرجح لتكلفة توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية المركزة بنسبة 68% خلال الفترة 2010-2020 من 0.340 إلى 0.108 دولار أمريكي لكل كيلوواط ساعي. خلال نفس الفترة تم إضافة 60 جيجاواط من الطاقة الحيوية الجديدة إلى القدرة الإنتاجية للطاقة. وشهد المتوسط العالمي المرجح للتكلفة المستوية لمشاريع الطاقة الحيوية درجة معينة من التقلب خلال هذه الفترة، لكنه استقر عند

نهاية العقد عند نفس المستوى الذي بدأ فيه تقريبا عند 0.076 دولار للكيلوواط ساعي، وهو الحد الأدنى لتكلفة إنتاج الكهرباء من مشاريع الوقود الأحفوري الجديدة. فيما يخص الطاقة الكهرومائية فقد ارتفعت قدرتها الإنتاجية خلال نفس الفترة بمقدار 715 جيجاواط، إلا أن المتوسط المرجح للتكلفة المستوي لمشاريعها بنسبة 18% من 0.038 إلى 0.044 دولار لكل كيلوواط ساعي. رغم ذلك يبقى هذا أقل من أرخص خيارات توليد الكهرباء الجديدة باستخدام الوقود الأحفوري. بالنسبة للطاقة الحرارية الأرضية فتراوح المتوسط العالمي المرجح للتكلفة المستوية لمشاريعها بين 0.071 و0.075 دولار للكيلوواط ساعي منذ العام 2016. (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، 2021، ص ص. 03-05)

سابعا: مسارات ومتطلبات زيادة حصص الطاقة المتجددة في الاستهلاكات النهائية للطاقة

هناك مسارات عديدة لزيادة حصص الطاقة المتجددة في كل قطاعات الاستخدام النهائي. وترتبط سهولة الإدماج بالإقليم، والمواصفات الخاصة بالقطاع والتكنولوجيا: (التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2011، ص ص. 17-18)

فيما يخص قطاع النقل من المتوقع أن يبقى الوقود الأحيائي السائل والغازي كما هو حاليا مدمجا في نظم الإمداد بالوقود في عدد متنام من البلدان. وربما تتضمن خيارات الإدماج تحقيق الإنتاج اللامركزي في الموقع أو الإنتاج المركزي لهيدروجين الطاقة المتجددة لمركبات خلية الوقود وكهرباء الطاقة المتجددة للمركبات الكهربائية والمركبات التي تتحرك على خطوط حديدية اعتمادا على عمليات تطوير تكنولوجيا المركبات والبنية الأساسية. من الممكن أيضا للطلب المستقبلي على المركبات الكهربائية أن يعزز نظم توليد الكهرباء المرنة.

بالنسبة لقطاع البناء، يمكن دمج تكنولوجيات الطاقة المتجددة في كل من الهياكل الجديدة والقائمة لإنتاج الكهرباء والتدفئة والتبريد. وربما يكون من الممكن عرض الفائض من المعروض، وخاصة لتصميمات المباني الناجعة من حيث استهلاك الطاقة؛ أما في البلدان النامية، فيتمتع دمج نظم الإمداد للطاقة المتجددة بالجدوى، حتى بالنسبة للمساكن المتواضعة والبسيطة.

فيما يخص القطاع الزراعي وصناعة الأغذية، فيمكن أن تكون ألياف الكتلة الحيوية كافية للوفاء بالطلب على الطاقة الكهربائية المباشرة في الموقع. ويمكن أن تكون مصدرا صافيا لفائض الوقود والطاقة الحرارية والكهربائية لنظم الإمداد المجاورة. وزيادة إدماج الطاقة المتجددة لاستخدامات الصناعة هو خيار للعديد من القطاعات الفرعية، على سبيل المثال من خلال التكنولوجيات الحرارية الكهربائية، وعلى المدى البعيد، من خلال استخدام هيدروجين الطاقة المتجددة.

لإدماج حصص الطاقة المتجددة، ستحتاج نظم الطاقة لأن تتطور وأن تتكيف. قد تشمل جهود الإدماج طويلة المدى استثمارات في إعداد البنية الأساسية، وتعديلات في أطر الحوكمة والأطر المؤسسية؛ ومراعاة الجوانب الاجتماعية والأسواق والتخطيط؛ وبناء القدرات في مجال استشراف نمو الطاقة المتجددة. علاوة على ذلك، ستكون الاستثمارات المتواصلة في البحوث والتطوير والتجريب، وبناء القدرات وغيرها من تدابير الدعم من المتطلبات لدمج التكنولوجيات الأقل نضجا، التي تشمل الوقود الحيوي المنتج من عمليات جديدة (يطلق عليه أيضا الوقود الأحيائي المتقدم أو الجيل القادم من الوقود الأحيائي)، والوقود المستخلص من الطاقة الشمسية، والتبريد بالطاقة الشمسية، وتكنولوجيات الطاقة البحرية، وخلايا الوقود والمركبات الكهربائية.

بوسع الطاقة المتجددة أن تشكل مستقبل الإمداد بالطاقة ونظم الاستخدام النهائي، وخاصة بالنسبة للكهرباء، التي يتوقع أن تصل إلى حصص أعلى من الطاقةالمتجددة قبل أي من قطا ع الطاقة الحرارية أو قطاع وقود النقل على المستوى العالمي، ويمكن أن ترافق هذا التوجه تطورات موازية في المركبات الكهربائية، وزيادة التبريد والتدفئة التي تستخدم الكهرباء (بما في ذلك مضخات التدفئة)، وخدمات الاستجابة المرنة للطلب (بما في ذلك استخدام العدادات الذكية)، وكذا تخزين الطاقة وغيرها من التكنولوجيات.

مع تطور نظم الطاقة والبنية الأساسية، وبالرغم من التعقيدات، ليس هناك إلا قليل من الحدود على التكنولوجيا الأساسية، إن كانت موجودة بالفعل، لدمج مجموعة من تكنولوجيات الطاقة المتجددة للوفاء بغالبية حصة إجمالي الطلب على الطاقة في المواقع التي تتواجد فيها مصادر مناسبة للطاقة المتجددة أو يمكن أن توفر بها. ومع ذلك، فإن المعدل الفعلي للإدماج والحصص الناتجة للطاقة المتجددة سوف تتأثر بعوامل مثل التكاليف، والسياسات، والقضايا البيئية والجوانب الاجتماعية.

أدت إضافة 162 جيجاواط من قدرة توليد الطاقة المتجددة في العام 2020 إلى انخفاض تكاليف توليد الكهرباء إلى مستوى أقل من أرخص خارات التوليد باستخدام الوقود الأحفوري، وشكل هذا حوالي 62% من إجمالي صافي القدرة الإنتاجية المضافة في ذلك العام. وفي الاقتصادات الناشئة حيث يتزايد الطلب على الكهرباء وتبرز الحاجة إلى إضافة قدرة إنتاجية جديدة، ستؤدي مشاريع الطاقة المتجددة إلى التقليل من تكاليف توليد الكهرباء بما لا يقل عن 6 مليارات دولار أمريكي سنويا مقارنة بتكلفة إضافة نفس حجم القدرة الإنتاجية بالاعتماد على الوقود الأحفوري.

وصل إجمالي القدرة الإنتاجية التراكمية للطاقة المتجددة التي أضيفت على مستوى العالم خلال الفترة 2010-2020 إلى أكثر من 644 جيجاواط، علما أنه تم إنتاجها بتكلفة أقل من أرخص خيارات التوليد باستخدام الوقود الأحفوري في كل عام. قبل العام 2016 كانت الطاقة الكهرومائية توفر كل هذه القدرة الإنتاجية تقريبا؛ إلا أنه منذ ذلك العام، أصبحت طاقة الرياح البرية والطاقة الشمسية الكهروضوئية منافسا أساسيا لها، حيث تم

على مدار العقد الماضي إضافة 534 جيجاواط من إجمالي القدرة الإنتاجية في الدول الناشئة، وانخفضت تكاليف توليد الكهرباء في هذه الدول بمقدار يصل إلى 32 مليار دولار أمريكي العام 2021.

تشير هذه المستويات المنخفضة للغاية لأسعار الطاقة الشمسية الكهروضوئية إلى أن طاقة الهيدروجين المتجددة منخفضة التكلفة قد تكون في متناول اليد فعليا. ويمكن للتكلفة المستوية المحتملة لطاقة الهيدروجين ألا تتجاوز 1.62 دولار لكل كيلوغرام من الهيدروجين؛ وهو ما يعتبر أفضل من التكلفة الافتراضية لإصلاح غاز الميثان بالبخار الطبيعي، حيث تتراوح اليوم تكاليف التقاط الكربون واستخدامه وتخزينه بين 1.45 و2.4دولار لكل كيلوغرام من الهيدروجين.

مع انخفاض تكاليف الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح البرية، لا تمتاز المحطات الجديدة العاملة بالطاقة المتجددة باستمرار انخفاض تكاليفها لتصبح أرخص من المحطات الجديدة العاملة بالوقود الأحفوري فحسب، وإنما تكرس تفوقها تدريجيا على محطات الطاقة الحالية التي تعمل بالفحم لناحية التكاليف التشغيلية لوحدها. ففي العام 2021، تجاوزت التكاليف التشغيلية لمحطات الطاقة العاملة بالفحم في أوروبا بفارق بعيد عن تكاليف المحطات الجديدة للطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح البرية. في هذا السياق، أظهرت دراسة أجريت في دولتي بلغاريا وألمانيا بأن جميع المحطات العاملة بالفحم المشمولة في الدراسة تسجل اليوم تكاليف تشغيلية أعلى من المحطات الجديدة للطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح البرية. إلا أن التكاليف التشغيلية للمحطات العاملة بالفحم في الهند والولايات المتحدة أقل من نظيرتها العاملة بالمصادر المتجددة، ويعزى ذلك بشكل رئيسي إلى غياب التسعير المقبول للكربون. على الرغم من ذلك، تسجل معظم المحطات الحالية العاملة بالفحم في هاتين الدولتين تكاليف أعلى من الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح البرية بسبب التكاليف عالية التنافسية لهاتين التقنيتين هناك.

خلال العام 2021، سجل ما يتراوح بين 77% و 91% من محطات الطاقة الحالية العاملة بالفحم في الولايات المتحدة تكاليف تشغيلية من المتوقع أن تتخطى تكاليف المحطات الجديدة للطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح البرية، في حين تتراوح هذه النسبة في الهند بين 87% و91%. ووصل متوسط السعر المرجح من مزادات واتفاقيات شراء الطاقة الشمسية الكهروضوئية في الهند خلال العام 2021 إلى 0.033 دولار للكيلوواط ساعي، وطاقة الرياح البرية 0.032 دولار للكيلوواط ساعي، و0.037 دولار للكيلوواط ساعي على التوالي. (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، 2021، ص ص. 06-09)

الخاتمة

الخاتمة

الطاقة هي أحد عوامل الإنتاج، والتي تعتبر جنبا إلى جنب مع عوامل أخرى مثل العمالة ورأس المال والمواد الخام الأخرى. ومع ذلك، ينبغي إدراك أن الطاقة عامل سياسي استراتيجي في العلاقات الدولية، حيث لم تتمكن حتى البلدان المصدرة الرئيسية من تجنب أن يكون لها تأثير سياسي على مركزها الاقتصادي والاجتماعي. ولذلك، فإن هنالك أهمية بالغة لهذه المسألة بالنسبة للبلدان المستهلكة للطاقة في البلدان النامية، حيث تحديد مصادر الطاقة والمسائل ذات الصلة، بما في ذلك آثار الطاقة على الإنتاج والنمو الاقتصادي، يمكن أن يطرح العديد من الإشكالات. لذلك ، من الضروري دراسة اتجاهات تغيرات هيكل نظام الطاقة لدراسة استهلاك الطاقة وتقلبات الأسعار وتأثيرها على النمو الاقتصادي.

يواجه العالم في الوقت الراهن أربعة تحديات رئيسية في مجال الطاقة، هي: الانتقال من الوقود الأحفوري إلى الطاقة المتجددة؛ وكهربة الكثير من أنظمة الطاقة في العالم؛ وتقييد نمو الطلب على الطاقة من خلال تحسين كفاءة الطاقة وغيرها من المناهج؛ ومعالجة التفاوتات العالمية في الطاقة.

يواجه قطاع الطاقة قضايا تشغيلية عديدة على المستوى الجزئي ذات طبيعة قصيرة الأجل، و حتى تلك المتعلقة بالمستقبل على المدى المتوسط والطويل. نظرا للخصائص المحددة لقطاع الطاقة مثل الاعتماد على الطاقات غير المتجددة، وكثافة رأس المال للاستثمارات، وأحجام المصانع، واقتصادات الحجم، وقابلية تداول سلع معينة مما يؤدي إلى إمكانات توليد إيرادات عالية مقارنة بالأنشطة الاقتصادية الأخرى، وظاهرة دورة النمو والكساد.

إن التحول الكبير بعيدا عن الوقود الأحفوري جار بالفعل ، مدفوعا بالتغيرات في التكنولوجيا والأسعار والسياسات الحكومية. لكن التحول لا يحدث بالسرعة الكافية لمنع تغير المناخ غير المرغوب فيه - وهو أول تحد للطاقة في العالم، حيث يحصل العالم حاليا على أكثر من 80٪ من طاقته من الوقود الأحفوري، وهي نسبة ظلت ثابتة بشكل أساسي على مدى العقود القليلة الماضية. في حين أن كمية الطاقة العالمية التي يتم الحصول عليها من طاقة الرياح والطاقة الشمسية قد تضاعفت ثلاث مرات في السنوات العشر الماضية.

يجب أن يحدث تحول الطاقة بشكل أسرع لتحقيق أهداف المناخ العالمي، يجب أن يزيد نشر مصادر الطاقة المتجددة ستة أضعاف على الأقل مقارنة بالخطط الحكومية الحالية. وسيتطلب ذلك التقدم المثير للاهتمام الذي نشهده بالفعل في قطاع الطاقة للتسارع بشكل أكبر، في حين أن الجهو د المبذولة لإزالة الكربون من النقل والتدفئة ستحتاج إلى تكثيف كبير.

يثير التحدي المتمثل في الانتقال بعيدا عن الوقود الأحفوري التحدي ذي الصلة المتمثل في كهربة نظام الطاقة في العالم. يوفر الوقود الأحفوري الطاقة بشكل مباشر من خلال الاحتراق وبشكل غير مباشر عن طريق توليد الكهرباء. على سبيل المثال، عندما يتم حرق البنزين في محرك سيارة أو حرق الغاز الطبيعي في الفرن، فإننا

نستخدم الطاقة الناتجة مباشرة لقيادة السيارة أو تدفئة المنزل. بشكل غير مباشر، يمكن للوقود الأحفوري توليد الكهرباء التي يتم استخدامها بعد ذلك لأغراض مختلفة. يمكن أيضا تحويل الطاقة من مصادر متجددة مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية إلى كهرباء للاستخدام النهائي.

حاليا حوالي 25٪ فقط من الطاقة في العالم تأتي من الكهرباء، بما في ذلك الكهرباء المولدة من مصادر متجددة وغير متجددة. من أجل الانتقال على نطاق واسع إلى الطاقة المتجددة، يجب تحويل العمليات التي تعتمد حاليا على الحرق المباشر للوقود الأحفوري إلى طاقة كهربائية. على سبيل المثال، بدلا من تشغيل المركبات عن طريق حرق البنزين، يمكننا التحول إلى السيارات الكهربائية التي تعمل بشكل غير مباشر من طاقة الرياح أو الطاقة الشمسية. لحسن الحظ، تتطور التقنيات الكهربائية للنقل والتدفئة والإنتاج الصناعي والاستخدامات الأخرى بسرعة، جنبا إلى جنب مع تكنولوجيا البطاريات لتخزين الطاقة الكهربائية.

في حين أن التغيرات التكنولوجية وقوى السوق تفضل بشكل متزايد الطاقة المتجددة والكهرباء على الوقود الأحفوري، فإن السياسات الحكومية ستحدد في النهاية مدى سرعة حدوث الانتقال. يشار إلى السياسات التي تركز على تغيير مزيج الطاقة في المجتمع، مثل التحول من الوقود الأحفوري إلى مصادر الطاقة المتجددة، باسم إدارة الطاقة في جانب العرض. على سبيل المثال، حددت ألمانيا هدفا للحصول على 65٪ من الكهرباء من مصادر متجددة بحلول العام 2030.

لا يتعلق تحدي الطاقة في العالم بتبديل مصادر الطاقة، حيث يزداد الطلب العالمي على الطاقة بشكل مطرد، في حين زاد الاستهلاك العالمي للطاقة المتجددة بمضاعف قدره 13 مرة بين عامي 2000 و 2019، كما أن الطلب الإجمالي على الوقود الأحفوري آخذ في الازدياد أيضا. خلال نفس الفترة، زاد الطلب العالمي على النفط بنسبة 30٪، وزاد الطلب على الغاز الطبيعي بنسبة 56٪. على الرغم من النمو في مصادر الطاقة المتجددة كان الاتجاه الرئيسي في العقود الأخيرة هو النمو العام في جميع مصادر الطاقة تقريبا.

تشير معظم التوقعات إلى أن الطلب العالمي على الطاقة سيستمر في الزيادة. حيث تتوقع إدارة معلومات الطاقة الأمريكية (EIA) أن يزداد الطلب العالمي على الطاقة بنسبة 66٪ بين عامي 2020 و 2050. ومن المتوقع أن تحدث معظم هذه الزيادة في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، مع زيادة الطلب على الطاقة بنسبة 71٪ في الصين، و116٪ في أفريقيا، و293٪ في الهند. التحدي الثالث للطاقة في العالم هو التركيز على إدارة الطاقة في جانب الطلب، أو السياسات التي تسعى إلى الحد من الطلب على الطاقة (أو على الأقل الحد من نمو الطلب). وينبغي للجهود الرامية إلى إبطاء الزيادة في الطلب العالمي على الطاقة أن تكمل السياسات التي تحول مزيج الطاقة في العالم بعيدا عن الوقود الأحفوري، مما يعجل بتحقيق نظام طاقة مستدام.

أحد التفسيرات هو أن جهود السياسة يجب أن توجه نحو الحد من نمو الطلب على الطاقة في البلدان الناشئة مثل

الصين والهند. ولكن هذا المنظور يهمل التحدي الرابع الذي يواجهه العالم في مجال الطاقة، المتمثل في معالجة التفاوت العالمي في القدرة على الوصول إلى الطاقة واستهلاكها. يفتقر حوالي 800 مليون شخص في جميع أنحاء العالم إلى الكهرباء. وفقا للبنك الدولي، اعتبارا من العام 2018، هناك 28 دولة، معظمها في إفريقيا خاصة جنوب الصحراء الكبرى، حيث يحصل أقل من نصف السكان على الكهرباء. في حين أن غالبية الأسر في البلدان المتقدمة لديها إمكانية الوصول إلى المركبات الشخصية. في هذا الإطار، يستهلك المواطن الأمريكي العادي أكثر من ضعف الطاقة التي يستهلكها الأوروبي العادي، وثلاثة أضعاف ما يستهلكه الصينيون العاديون، وأكثر من 10 أضعاف ما يستهلكه الهندي العادي. وبالمقارنة مع الشخص العادي في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، يستهلك الأمريكيون حوالي 50 ضعف كمية الطاقة. وجدت بعض الدراسات الدولية أن أقل 50٪ دخلا في العالم يستهلكون أقل من 20٪ من إجمالي الطاقة، بينما يستهلك أغنى 10٪ ما يقرب من 40٪ من طاقة العالم.

تخلص معظم الدراسات الاقتصادية إلى أن الحصول على الطاقة عامل مهم يفسر النمو الاقتصادي الطويل الأجل. ولا يستطيع العالم أن يواجه أول تحديين في مجال الطاقة الانتقال إلى مصادر الطاقة المتجددة وإدارة الطاقة في جانب الطلب من خلال الحد من التطلعات الإنمائية لأفقر سكان العالم. ولكن البلدان النامية لا تستطيع أن تسلك نفس مسار الطاقة الذي سلكته البلدان المتقدمة النمو، والذي كان يعتمد اعتمادا كبيرا على الوقود الأحفوري. وستكون هناك حاجة إلى التعاون الدولي بين البلدان الغنية والفقيرة لضمان أن تتمكن البلدان النامية من استخدام مواردها من الطاقة بطريقة مستدامة.

من الواضح أن التحول العالمي إلى الطاقة المتجددة جار، ولكن يجب تسريعه لتحقيق الأهداف المناخية. وتعد ضرائب الطاقة وإصلاح الدعم أداتين رئيسيتين للسياسة الاقتصادية لتسريع عملية الانتقال. من المهم أيضا التركيز على إدارة الطاقة في جانب الطلب، باستخدام التسعير والأساليب الإعلامية والسلوكية. وأخيرا، هناك حاجة إلى استثمارات إضافية لمعالجة فقر الطاقة في البلدان النامية.

في النهاية، حاولنا من خلال فصول هذه المطبوعة تقديم مرجعا أساسيا للطلبة في مجال اقتصاديات الطاقة، حيث قدمنا فهما مبسطا وشاملا لمختلف المفاهيم الأساسية المتعلقة بالطاقة، إلى جانب تحليل أسواق الطاقة ومحددات العرض والطلب على مختلف مصادرها، غلى جانب محددات التسعير. قدمنا كذلك أهم التحولات الطاقوية وتحديات تحقيقها، إلى جانب أهم العوامل المحددة لنجاعة السياسات الطاقوية وآثارها الاقتصادية والاجتماعية والبيئية.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

قائمة المراجع باللغة العربية:

آل الشيخ حمد بن محمد، **اقتصاديات الموارد الطبيعية والبيئة**، العبيكان للنشر والتوزيع، المملكة العربية السعودية، الطبعة الأولى، 2007.

البرادعي منى، **مذكرات في اقتصاديات البترول**، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، 2008.

البنك الدولي (2018)، **أهداف الطاقة العالمية تتحقق ببطء، لكن المكاسب القوية في بعض البلدان مبشرة**، من على الرابط التالي:

https://www.albankaldawli.org/ar/news/press-release/2018/05/02/sustainable-development-goal-sdg-7-global-progress-report

التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC، **مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ: ملخص لصانعي السياسات وملخص فني**، 2011.

التوصيات الدولية لإحصاءات الطاقة (IRES)، الأمم المتحدة، ماي 2018.

الدوري محمد أحمد، **محاضرات في الاقتصاد البترولي**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1983.

الشمري رضا عبد الجبار، **الأهمية الاستراتيجية للنفط العربي**، الطبعة الأولى، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، 2014، ص ص: 413-414.

العصفور صالح، **الموارد الطبيعية، واقتصاديات نفاذها**، سلسلة جسر التنمية، المجلد 1، الإصدار رقم 5، المعهد العربي للتخطيط بالكويت، 2002.

الرومي نواف، **منظمة الأوبك وأسعار النفط العربي الخام**، الطبعة الأولى، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، ليبيا، 2000.

الزيتوني الطاهر، **العلاقة بين الأسعار الفورية والأسعار المستقبلية للنفط وانعكاساتها على أسواق النفط العالمية**، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد السابع والأربعون، العدد 176، 2021، ص ص. 325-368.

المشهداني علي حسين، **اقتصاديات الطاقة المتجددة في دول مختارة**، أطروحة دكتوراه في العلوم الاقتصادية، جامعة البصرة، العراق، 2013.

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة وبنك التنمية الإفريقي، **تحليل سوق الطاقة المتجددة: إفريقيا ومناطقها- ملخص لصناع السياسات**، أبوظبي وأبيدجان، 2022.

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، **تكاليف توليد الطاقة المتجددة في عام 2020: الملخص التنفيذي**، IRENA، 2021.

أحمد إبر يهي علي، **تحليل سوق النفط العالمي**، البنك المركزي العراقي، 2016، ص ص: 4-5

أحمد رمضان نعمة الله وإيمان محمد محب زكى، **مبادئ اقتصاديات الموارد والبيئة**، مركز الإسكندرية للكتاب،

الإسكندرية، مصر، 1995.

أحمد مندور وأحمد رمضان نعمة الله، **اقتصاديات الموارد الطبيعية والبشرية**، الدار الجامعية، مطابع الأمل، بيروت، لبنان، 1990.

أسامة عبد الرحمن، **تطبيقات الطاقة الشمسية كطاقة نظيفة**، دار الكتب المصرية، الطبعة الأولى، القاهرة، مصر، 2018.

بلقاسم منال، **تحليل العلاقة بين الأسعار الفورية والأسعار المستقبلية للنفط الخام في الأسواق الدولية**، المجلة الجزائرية للأبحاث الاقتصادية والمالية، المجلد 3، العدد 1، 2020، ص ص. 58-76.

بلقربوز مصطفى، **دور الموارد الطبيعية في التنمية الاقتصادية: دراسة حالة الجزائر، نيجيريا، وبوتسوانا**، مذكرة ماجيستير في العلوم الاقتصادية، تخصص اقتصاد دولي، جامعة وهران، السنة الجامعية 2013-2014.

بن رمضان أنيسة، **دراسة إشكالية استغلال الموارد الطبيعية الناضبة وأثرها على النمو الاقتصادي**، دار هومه للطباعة والنشر والتوزيع، الجزائر، 2014.

بن محاد سمير، **استهلاك الطاقة في الجزائر: دراسة تحليلية وقياسية**، مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية، تخصص اقتصاد كمي، جامعة الجزائر، 2008-2009.

بورحلة ميلود، الصناعة النفطية وأسواق النفط، قنوات التأثير والآفاق المستقبلية: دراسة تحليلية قياسية لحالة الجزائر خلال الفترة 1973-2015، أطروحة دكتوراه علوم في العلوم الاقتصادية، جامعة تلمسان، 2017.

بوش فاطمة الزهراء و خندق سميرة، **حقيقة المرض الهولندي في الاقتصاديات الريعية**، مجلة اقتصاديات المال والأعمال، العدد الرابع، ديسمبر 2017.

توقعات الموارد العالمية للعام 2019: **الموارد الطبيعية من أجل المستقبل الذي نصبو إليه: موجز لمقرري السياسات**، جمعية الأمم المتحدة للبيئة التابعة لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2019.

جبار سعاد وماحي سعاد، **الطاقة في الجزائر: موارد وإمكانات**، المؤتمر الأول حول السياسات الاستخدامية للموارد الطاقوية بين متطلبات التنمية القطرية وتأمين الاحتياجات الدولية، جامعة سطيف 1، 7 و8 أفريل 2015.

جباري عبد الجليل، **أهمية تطوير الطاقة الشمسية في تحقيق التنمية المستدامة: دراسة حالة الجزائر ومصر**، أطروحة دكتوراه علوم في العلوم الاقتصادية، جامعة بسكرة، السنة الجامعية 2017-2018.

جليل عبد المنعم و بودربالة بنعمر، **آثار صدمات أسعار النفط على المتغيرات الاقتصادية الكلية: حالة الجزائر- دراسة تحليلية**، مذكرة ماستر في العلوم الاقتصادية، جامعة تلمسان، 2015-2016، ص ص: 24-27.

جوزيف ستيغليز، **التخلص من لعنة الموارد**، معهد المجتمع المنفتح، نيويورك، 2005.

حداب محي الدين وثابتي الحبيب، **دراسة إحصائية لأثر العلة الهولندية على النمو الاقتصادي في الجزائر للفترة ما بين 1980-2013**، مجلة الدراسات المالية، المحاسبية والإدارية، العدد الثاني، ديسمبر 2014، ص ص. 107-124.

حريز هشام، **دور البحث والتطوير في تحسين القدرة التنافسية لقطاع الطاقات المتجددة في الجزائر**، أطروحة دكتوراه علوم في العلوم الاقتصادية، جامعة بسكرة، السنة الجامعية 2015-2016.

حسين علي إبراهيم، **واقع استثمار الطاقات المتجددة الراهن وآفاقه المستقبلية عربيا ودوليا**، مجلة دراسات استراتيجية، المجلد 7، العدد 21-22، 2007، ص ص. 137-154.

خوميجة فتيحة، **أثر الأزمات النفطية على سياسة الإنفاق العام في الجزائر: دراسة حالة الفترة 2000-2016**، أطروحة دكتوراه الطور الثالث LMD في علوم التسيير، جامعة البويرة، السنة الجامعية 2017-2018.

دربال عبد القادر و دقيش مختار، **العلة الهولندية: نظرية وفحص تجريبي في الجزائر للفترة 1986-2006**، مجلة العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، العدد 11، 2011، ص ص. 111-124.

دندي عبد الفتاح وعامر ماجد، **تقرير حول التطورات في مجال الطاقات المتجددة**، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، 2021.

دندي عبد الفتاح، واقع وآفاق الطاقات المتجددة في مزيج الطاقة العالمي والانعكاسات المحتملة على الصناعة النفطية، الجزء الأول، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد الخامس والأربعون، العدد 170، 2019.

رجب علي، **تطور مراحل تسعير النفط الخام في الأسواق الدولية**، مجلة النفط والتعاون العربي، العدد 141، 2012، ص ص. 9-86.

رحمان آمال وطواهر محمد التهامي، **تأثير النفط على البيئة خلال مرحلة النقل: حالة الجزائر**، مجلة الباحث، العدد 12، 2013، ص ص. 19-27.

رحمان آمال، **النفط والتنمية المستدامة**، مجلة أبحاث اقتصادية وإدارية، العدد الرابع، ديسمبر، 2008، ص ص. 177-190.

رحمان آمال، **تأثير المحروقات على البيئة خلال مرحلة الحفر والاستخراج: دراسة حالة حوض بركاوي-الجزائر-**، مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية، جامعة ورقلة، 2008.

زحوط إسماعيل، **استراتيجية ترقية استخدامات الموارد الطاقوية الناضبة ضمن ضوابط التنمية المستدامة: دراسة مقارنة بين الجزائر والولايات المتحدة الأمريكية**، مذكرة ماجيستير في تخصص الاقتصاد الدولي والتنمية المستدامة، جامعة سطيف 1، السنة الجامعية 2012-2013.

زواوية أحلام، **جدوى الاستثمار في استغلال الطاقة من الصخور: خيارات الجزائر في ظل انخفاض أسعار**

النفط، مجلة المالية والأسواق، المجلد 04، العدد 01، 2017، ص ص. 142-162.

زيدان محمد ويعقوبي محمد، **الآثار البيئية لنشاط شركات البترول العالمية ومدى تحملها لمسؤوليتها تجاه البيئة**، مداخلة مقدمة في إطار الملتقى الدولي الثالث حول منظمات الأعمال و المسؤولية الاجتماعية، جامعة بشار، الجزائر، يومي 14-15 فيفري 2012.

شودري سوجيت وستيتي ريتشارد، **النفط والغاز الطبيعي: أطر دستورية لمنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا**، برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، 2014.

صالح كريم ياسين، **استكشاف نفطي**، محاضرات الكترونية موجهة لطلاب المرحلة الرابعة في علوم الأرض التطبيقية، جامغة تكريت، العراق، من على الرابط التالي:

http://csci.tu.edu.iq/gd/images/استكشاف_نفطي.pdf

صباح أمجد، **اقتصاديات النفط**، محاضرات لطلبة المرحلة الثالثة، فرع النفط، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة البصرة، العراق، 2019.

صندوق النقد العربي، **التقرير الاقتصادي العربي الموحد**، أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة، 2021، من على الرابط التالي:

https://www.amf.org.ae/ar/jointrep/jaer2021

ظاهر منذر نصيف، **أصل تكون النفط (نظريات تكون النفط)**، المقال العلمي الأسبوعي، كلية العلوم، جامعة ديالي، 2021، من على الرابط التالي:

https://sciences.uodiyala.edu.iq/pageviewer.aspx?id=215

عباس أركان ريسان، **الصناعة النفطية في العراق للمدة 2000-2014: دراسة واقع واستشراف**، مجلة كلية التربية الأساسية، المجلد 22، العدد 94، 2016.

عمران محمود عبد الله المحمود، **نماذج اقتصادية قياسية لطلب وعرض الطاقة في السودان: الفترة 1995-2009**، أطروحة دكتوراه في الاقتصاد، جامعة أم درمان الإسلامية، السودان، 2011.

فرحات محمد، **مصادر الطاقات المتجددة في العالم العربي واستخداماتها في التوليد الكهربائي**، مجلة النفط والتعاون العربي، المجلد الخامس والأربعون، العدد 169، 2019.

فريق القافلة، **المشتقات النفطية بين تنوع الاستعمالات وتعدد الأسماء**، مجلة القافلة، 2010، من على الرابط التالي: https://qafilah.com/ar/المشتقات-النفطية/

فلاحي صالح عمر وبلقاسم منال، **تحولات السوق النفطية وتأثيرها على أنظمة تسعير النفط الخام في الأسواق الدولية**، مجلة صوت الجامعة، العدد العاشر، 2017، ص ص 63-80.

قريشي العيد، **علاقة التكامل العمودي كخيار استراتيجي للنمو بأداء المؤسسة: دراسة حالة مجمع سوناطراك**،

أطروحة دكتوراه علوم في العلوم الاقتصادية، جامعة بسكرة، 2016.

قطاع الموارد الطبيعية: استعراض وتحديد فرص التجارة والتنمية القائمين على السلع الأساسية، مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية، جنيف، 2014.

كامل بكري، عبد النعيم مبارك و أحمد مندور، **مقدمة في اقتصاديات الموارد**، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، لبنان، 1988.

كسيرة سمير و مستوي عادل (2015)، **الاتجاهات الحالية لإنتاج واستهلاك الطاقة الناضبة ومشروع الطاقة المتجددة في الجزائر-رؤية تحليلية آنية ومستقبلية-**، مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، العدد 14، ص ص. 146-168.

لودوفيك مون، **الطاقة النفطية والطاقة النووية: الحاضر والمستقبل**، المجلة العربية، رقم 143، مكتبة الملك فهد الوطنية، الرياض، الطبعة الأولى، 2014.

مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية-الأونكتاد-، **استعراض النقل البحري**، 2019، من على الرابط التالي:
https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2019_ar.pdf

مجلة النفط والتنمية، العدد 8، السنة الخامسة، 1980.

محب خلة توفيق، **التطور واقتصاديات الموارد: دراسة خاصة بتطور الفكر والوقائع الاقتصادية واقتصاديات موارد عناصر الإنتاج**، دار الفكر الجامعي، الاسكندرية، مصر، 2011.

مخلفي أمينة، **محاضرات حول مدخل إلى الاقتصاد البترولي (اقتصاد النفط)**، الجزء 1، مطبوعة بيداغوجية موجهة لطلبة الثالثة ليسانس اقتصاد وتسيير بترولي، جامعة ورقلة، 2014.

مخلفي أمينة، **أثر تطور أنظمة استغلال النفط على الصادرات: دراسة حالة الجزائر بالرجوع إلى بعض التجارب العالمية**، أطروحة دكتوراه علوم في العلوم الاقتصادية، جامعة ورقلة، 2013.

مخلفي أمينة، **أثر الأنظمة الجمركية الاقتصادية على الشركات البترولية: حالة مجمع بركين**، مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية، جامعة ورقلة، 2005.

مصطفى ابراهيم، نعمة الله أحمد رمضان، السريتي السيد محمد أحمد، **اقتصاديات الموارد والبيئة**، الدار الجامعية، الإسكندرية، 2007.

مقلد رمضان محمد، عفاف عبد العزيز عايد، السيد محمد أحمد السريتي، **اقتصاديات الموارد والبيئة**، الدار الجامعية، الإسكندرية، 2001.

منتدى الرياض الاقتصادي، **اقتصاديات الطاقة البديلة والمتجددة في المملكة العربية السعودية: التحديات وآفاق المستقبل**، الدورة السابعة، نحو تنمية اقتصادية مستدامة، 2015.

منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، **تقرير الأمين العام السنوي السابع والأربعون 2020**،

الكويت، 2021.

منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، **تصنيف المصادر والاحتياطات البترولية**، تقرير الثقافة البترولية، أكتوبر، 2020، من على الرابط التالي:

https://www.oapecorg.org/ar/Home/Publications/Reports/Petroleum-culture

منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، **أنواع المخزونات النفطية**، تقرير الثقافة البترولية، أكتوبر، 2020، من على الرابط التالي:

https://www.oapecorg.org/ar/Home/Publications/Reports/Petroleum-culture

منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول-أوابك-، **صناعة تكرير النفط في العالم**، أكتوبر، 2019.

منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول-أوابك-، **تكرير النفط الثقيل: التحديات والفرص**، الأوراق الفنية لمؤتمر الطاقة العربي العاشر، أبو ظبي، 21-23 ديسمبر 2014.

ناصف إيمان عطية، **مبادئ اقتصاديات الموارد والبيئة**، دار الجامعة الجديدة، الأزاريطة، 2007.

هواري عبد القادر، **الكفاءة الاستخدامية لاستغلال الطاقات المتجددة في الاقتصادات العربية: دراسة مقارنة للمردودية الاقتصادية بين الطاقات المتجددة والطاقات غير المتجددة**، أطروحة دكتوراه، تخصص الاقتصاد الدولي والتنمية المستدامة، جامعة سطيف 1، 2018.

وحيد خير الدين، **أهمية الثروة النفطية في الاقتصاد الدولي والاستراتيجيات البديلة لقطاع المحروقات: دراسة حالة الجزائر**، مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية، تخصص اقتصاد دولي، جامعة بسكرة، 2012-2013، ص ص: 111-113.

وردم باتر محمد علي، **الطاقة المتجددة ثورة عربية متنامية، آفاق المستقبل**، مجلة سياسية اقتصادية استراتيجية، مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، العدد 11، 2011.

وزارة الطاقة، **حصيلة إنجازات قطاع الطاقة والمناجم لسنة 2013، 2014**، من على الرابط التالي:

https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/bilan_realisatons_sem_2013_arabe_5b43750f5bd68.pdf

ووتش ريفيتو، **الرقابة على النفط: التخلص من لعنة الموارد**، مبادرة الحوار حول السياسات، معهد المجتمع المنفتح، نيويورك، 2005.

ITOPF، **مصير انسكابات النفط البحرية**، ورقة المعلومات الفنية رقم 2، 2011، من على الرابط التالي:

https://www.itopf.org/uploads/translated/TIP_2_2011_AR.pdf

قائمة المراجع باللغة الأجنبية:

Adam Wellstead, The (post) staples economy and the (post) staples state in historical perspective, Canadian Political Science Review, Vol 1, June 2007.

Arzelier , Marie-Pierre ," Dépenses Publiques , Ressources Naturelles et Croissance Sectorielle : Une Comparaison Afrique-Asie ", Revue économique, Vol. 49, No. 1, Janvier 1998 , P.120.

Asafu-Adjaye, J. (2000). The relationship between energy consumption, energy prices and economic growth: Time series evidence from Asian developing countries. *Energy Economics, Vol. 22*, 615-625.

Cecilia Mussi Rodriguez, Deutch Disease in Saudi Arabia, Master's thesis, Department of Economics Lund University, 2006.

Chitour Chams Eddine (2003), Pour une stratégie énergétique de L'Algérie à l'horizon 2030, Office des publications universitaires, Alger.

Development and the role of law working paper, California : Stanford University, Center of Democracy, January 2007.

Durousset Maurice, Le marché du pétrole, Ellipses, Paris, 1999.

François Lescaroux, «The petroleum market: The ongoing oil price «shock» and the next «counter-shock»», International Economics, 121, 2010, pp. 99-130.

Gregory,R..G," Some implication of the growth mineral sector " , Australian Journal of the Agricultural Economics, 20 Aout 1976.

Harold Hotelling, The economics of exhaustible resources, The journal of political economy, Vol 39, N°02, April 1932.

Harvard Devold, Oil and gas production handbook An introduction to oil and gas production, transport, refining and petrochemical industry, Edition 3.0 Oslo, August, 2013.

Hasanov, F., Bulut, C., & Suleymanov, E. (2017). Review of energy-growth nexus: A panel analysis for ten Eurasian oil exporting countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*(73), 369–386.

Jeffrey D. Sachs, Andrew M. Warner, Natural resource abundance and economic growth.

Kautassila Jean Phillipe: Syndrome Hollandais Théorie et vérification empriquè au Congo et Cameroun ، centre d'économie du développement ، Université Mantesqueu ،Bordeaux IV، Paris.

Manfred Hafner & Giacomo Luciani, The Palgrave Handbook of International Energy Economics, Palgrave Macmillan, Cham, Switzerland, 2022.

Micheal Ross, Extractive sectors and the poor, Oxfam American Report, October 2001.

Mort Walker (1996), CONCEPT OF ENERGY, United States: Centre Daily Times.

Natalie St. Hilaire, Dutch Disease, Oil and Developing Countries, December 2004.

Subhes C. Bhattacharyya, Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance, Springer London Dordrecht Heidelberg New York, 2011.

Terry L. Karl, Oil Lead development : Social, Political and Economic Consequences, Center for International Development and Harvard Institute for International Development, Harvard University, November 1997.