وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل
كلية هندسة النفط والتعدين
قسم هندسة النفط والتكرير

# اقتصاديات النفط

م.م. زهراء غانم العلاف

المرحلة الرابعة

# اقتصاديات النفط

**إدراك أهمية اقتصاديات النفط** يساعد الدول والمجتمعات على تطوير استراتيجيات مستدامة للطاقة، وتعزيز التنويع الاقتصادي، والاستدامة البيئية، والابتكار التكنولوجي في مجال الطاقة، وهو ما يسهم في تعزيز استقرار الاقتصادات والتنمية المستدامة .

م.م. زهراء غانم العلاف

## المقدمة

يعد الاقتصاد النفطي احد فروع علم الاقتصاد التطبيقي ويحاول ان يستفيد من ادوات التحليل الاقتصادي في دراسة سلوك الصناعة النفطية كوحدات منتجة او شركات او مؤسسات . واذا كانت بعض من حلقات الصناعة النفطية على قدر كبير من الصفات الفنية فأنها تسمح بتحديد بعض العلاقات الاقتصادية ( العرض ، الطلب ، الاسعار ، التكاليف، سلوك المنتج ، سلوك المستهلك) لتكون حقلا خصباً للدراسات الاقتصادية وبخاصة التحليل الاقتصادي الجزئي Microeconomic ، اذ ان دراسة سلوك المنتج النفطي او المستهلك سواء كان صناعياً ام تجارياً او منزلياً تشكل تطبيقات واضحة للنظرية الاقتصادية الجزئية ، فضلا عن سلوك السوق النفطية ودراسة نماذج سلوك المستهلكين اما الاقتصاد الكلي Macroeconomic يهتم بدراسة نظريات المنافسة والاحتكار في الاسواق النفطية ونماذج التواطؤ التام وغير التام ونماذج القيادة السعرية والإنتاجية ونظرية المنتج السائد في السوق النفطية ، وتتوزع علاقاته في اتجاهين ؛ الأول بفروع الجغرافية والتاريخ والسياسة والاتجاه الثاني علاقته بفروع الاحصاء والرياضيات ، ففي الاتجاه الاول تظهر اهمية علم الجغرافية في تعيين التوزيع الجغرافي لمواقع الاحتياطيات العالمية والانتاج وتركز حقول النفط الخام وتوزيعها وطبيعة التركيبات الجيولوجية التي تضم الطبقات النفطية ، اما الاتجاه الآخر فعلم اقتصاد النفط يستفيد بدرجة كبيرة جداً من فروع الاحصاء والرياضيات في مجالات ادوات القياس الاقتصادي وبحوث العمليات ودراسة دوال الطلب والعراض والاسعار والاستفادة من الدوال الخطية واللوغاريتمية ونصف اللوغاريتمية في بناء نماذج تقدير الطلب والعرض النفطي وتقدير المرونات السعرية والدخلية ، ومقيدات الاسعار النفطية وتحليل سلوك المنتج النفطي بالاستناد الى النظرية الاقتصادية التي تكون الاساس لأي نموذج قياسي ، اذ تعتبر تلك الدوال الاساس لدراسة معدلات نمو استهلاك النفط والطاقة وبناء تقديرات مستقبلية حول انتاج النفط واستهلاكه ان بحوث العمليات النفطية بصيغها الرياضية المتعددة تعد مهمة جدا لعلم اقتصاد النفط في اجراء الدراسات المختلفة ، اذ نجد أن نماذج البرمجة الخطية المتعددة تستخدم في مجال التكرير والنقل عبر نماذج للوصول الى اكفأ توزيع للمنتجات المكررة او النفط الخام بين مراكز الانتاج والاستهلاك ، كما ان نظرية المصفوفات تعد وسيلة مهمة في تحليل سوق الناقلات النفطية ودراسة انماطه المتعددة وفقاً لعلاقات رياضية محددة.

يعد النفط من أهم الاكتشافات التي توصل اليها الانسان منذ 1859، هو المصدر الاول والاساسي للطاقة، ومحور كل الانتاج الصناعي والزراعي في العالم المعاصر . وقد اصبح عنصرا حيويا من عناصر الحياة اليومية ولم يعد النفط اهم مصدر من مصادر الطاقة فحسب ، بل اصبح مصدرا لاستخراج مالا يقل عن اثنا عشر سلعة صناعية مختلفة في العالم . ولم تستحوذ اي ماده اخرى على نفس القدر من الاهمية التجارية والاقتصادية التي استحوذ عليها النفط . وعلى الرغم من المحاولات العديدة للدول الصناعية في إحلال طاقات اخرى سواء كانت طاقات ناضبة كالفخار والفحم والطاقة النووية او بالطاقات المتجددة كالطاقة الشمسية والطاقة الهوائية والطاقة المائية وغيرها من الطاقات الدائمة . ويرجع السبب في ذلك الى تعدد استخداماته ومرونة منتجاته وسهولة استخدامه بالمقارنة مع المعادن الأخرى . ولا ينحصر تأثير النفط في النظام الاقتصادي العالمي والتجارة الدولية بل يشمل جميع مظاهر الحضارة المعاصرة التي يصعب تخيلها مجردة من النفط فالأستاذ دانيال يورغن وهو احد ابرز من كتب عن النفط يقول ((ان عصرنا هو النفط والمجتمعات الحديثة هي مجتمعات نفطية والانسان المعاصر هو اساسا انسان هيدروكربوني نسبة الى المكونات الهيدروكربونية للنفط.

هذا حال الاقتصاد النفطي والصناعة النفطية موضوع رعاية واهتمام خاص في الاوساط العلمية والجامعية ومختلف الاطراف الممارسة لهذه الصناعة وتحول الى مادة علمية مستقلة ومتخصصة لدراسته وتدريسه في العديد من الجامعات والمؤسسات العلمية مثل ، المعهد العربي للنفط في الكويت (API) في باريس والمعهد الامريكي للنفط (IFP) المعهد الفرنسي وغيرها من المعاهد والجامعات العالمية .

## تعريف النفط الخام وتركيبه

يتكون النفط الخام من مركبات عضوية هيدروكربونية ذات تركيبات جزئية مختلفة وخواص كيماوية متعددة فالنفط الخام عبارة عن سائل ثقيل اسود اللون مائل الى الزرقة مكون من مركبات الكاربون والهيدروجين شكل (1) ، التي تكونت في فترات زمنية طويلة جداً وترجع اغلب النظريات الى تكونه من تحلل المواد العضوية المدفونة في اعماق مختلفة تحت باطن الارض وبفعل عاملي الحرارة والضغط في باطن الارض . اذا تتكون كلمة النفط Petroleum من اصل لاتيني من مقطعين الاول Petr وتعني صخر و المقطع الثاني oleum التي تعني زيت اي الزيت الصخري ، فالنفط الخام عبارة عن مادة سائلة من الهيدروكربونات السائلة وله رائحة مميزة لزجة مختلفة بحسب الكثافة النوعية لهاذه المادة ، اذ تتوقف هذه الكثافة النوعية وتحدد بمقدار كميات الكاربون المتشكلة فيه فكلما زادت نسبة الذرات الكاربونية كلما زادت كثافته النوعية او ثقله وبالعكس ، وتختلف تركيبة النفط الخام من حقل الى اخر وحسب كمية المركبات التي تشكله والتي تتكون بصورة اساسية من المركبات التي تم تثبيتها في الجدول .(1).

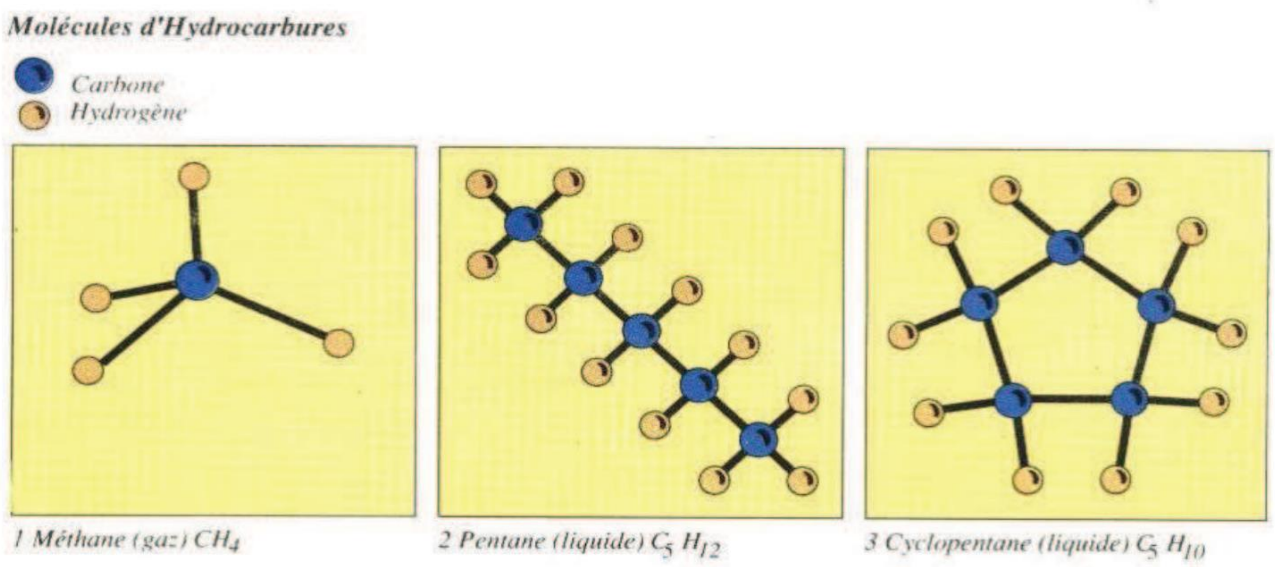
**الجدول (1):- العناصر الأساسية للنفط الخام** Crude Oil

(%)

| العنصر | الحد الادنى | الحد الاعلى |
|---|---|---|
| الكاربون | 83 | 87 |
| الهيدروجين | 10 | 14 |
| الكبريت | 0.05 | 4 |
| النيتروجين | 0.01 | – |
| الاوكسجين | 0.05 | 1.50 |
| الفسفور | اقل من 1 | – |
| المازوت | 0.1 | – |
| الرماد | 0.05 | 0.11 |

يوجد النفط الخام في مكامن تحت الارض بأعماق مختلفة ، ويتطلب وجود هذه المكامن النفطية داخل الارض فلابد من توافر الطبقات النفاذية لنفاذ النفط الخام من خلالها ، كما ينبغي ان تكون الطبقات مسامية تسمح بتجمع النفط الخام فيها، فضلا عن المصائد النفطية الصخرية التي تمنع النفط الخام من الخروج الى سطح الارض ، وتلك المصائد هيكلية Structural Traps وتنشأ نتيجة الالتواءات والانكسارات في طبقات الارض وتكون على شكل قباب Anticline Traps او على شكل طبقات مكسورة Fault Traps يتجمع فيها النفط الخام ، وقد تكون تلك المصائد النفطية طبقية Stratigraphic Trap وتنتج عن التغيرات الطبقية لطبقات الارض بشكل يمنع حركة النفط الخام ثم يتجمع فيكون المكمن النفطي . ويتم الوصول الى المكامن النفطية بواسطة

عمليات المسح الفني المتعدد لتحديد كميات الاحتياطي النفطي ومن ثم تقدير اماكن استخراجها بحسب المقاييس الفنية والاقتصادية ، وبذلك تكون عمليات الكشف والتحري والتنقيب أولى المراحل المهمة في الصناعة النفطية يمكن اعتماد المحتوى الكبريتي لغرض تصنيف النفوط ؛ اذ ان هنالك نفوطاً ذات محتوى كبريتي يصل الى 0.1% وتسمى النفوط الحلوة Sweet Crudes اما النفوط التي تحوي اكثر من 1% من الكبريت تسمى النفوط الحامضية Sour Cruds وعادة ما تكون العلاقة عكسية بين المحتوى الكبريتي ودرجة الكثافة فكلما ارتفع المحتوى الكبريتي انخفضت درجت الكثافة والعكس يحصل عند انخفاض المحتوى الكبريتي ، ان درجة الكثافة والمحتوى الكبريتي تؤثر في القيمة الاقتصادية للنفط الخام ثم على مستويات أسعار.




ميتان (غاز) بونتان (سائل) سيكلوبونتان (سائل)

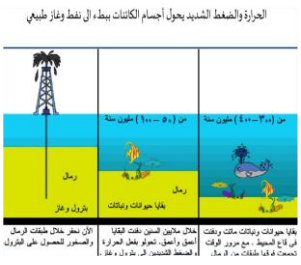
المصدر:

Revue de Sonatrach – **Faites connaissances avec les hydrocarbures** – Direction Générale,1989 .p:6

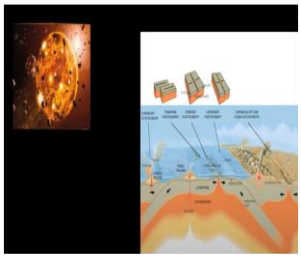
**الشكل (1):- التركيبة الهيدروكاربونية للنفط (البترول** Petroleum**)**

## نظريات تكون النفط

ما زالت نشأة النفط الخام موضع جدل علمي كبير بين المهتمين بالشؤون النفطية ، فالنظريات المختلفة التي ظهرت لتفسير نشأة النفط لم تستطع أن توضح كل الحقائق المتعلقة بتكوينه كما انها لم تسلم من الانتقادات . ويمكن توضيح أهم النظريات المتعلقة بنشأة النفط الخام وتكوينه وكالاتي:-




النظرية العضوية



النظرية اللاعضوية

النظرية المعدنية

### i. النظرية العضوية

وفقاً لأصحاب هذه النظرية فأن المادة الاساسية الأولية للنفط الخام التي يطلق عليها Proto petroleum كانت عضوية ، وتكونت من بقايا بعض الكائنات الحية الحيوانية والنباتية وخاصة الاحياء البحرية الدقيقة التي تجمعت مع بقايا كائنات اخرى بعد طمرها في اعماق البحار والمحيطات واختلطت برمالها وبرواسب معدنية اخرى ، وبما ان هذه المواد العضوية غنية بالكربون والهيدروجين وهما المكونان الاساسيان في تركيبة النفط الخام كما ان النفط الخام يحتوي على النتروجين الذي يوجد في المواد العضوية ايضاً.

لقد تحولت هذه المواد العضوية نتيجة لما تعرضت له من ضغوط هائلة وارتفاع كبير في درجة حرارة باطن الارض بفعل تحركات القشرة الارضية الى صخور رسوبية تسمى بصخور المصدر وفي ثناياها تحولت البقايا العضوية الغنية بالكربون والهيدروجين الى مواد هيدروكربونية تكون منها النفط الخام والغاز الطبيعي نتيجة عوامل الضغط والحرارة والتفاعلات الكيميائية ، اذ تقطر النفط الخام بين الصخور الكربونية تحت ضغط عال وحرارة شديدة **. ومما يدعم هذه النظرية :**

1- ان مناطق وجود النفط الخام الطبقات الرسوبية التي تكونت بفعل جرف السيول والامطار للمواد العضوية التي تم ترسيبها في البحار ، اذ اثبتت الدراسات احتواء الصخور الرسوبية على 99% من النفط الخام والغاز الطبيعي. ومن المعروف ان الحوض الرسوبي يشمل رقعة جغرافية تمتد تحت البحار واليابسة كما انه يشترك في اكثر من دولة ، ومن اهم الاحواض الرسوبية في العالم ؛ الحوض الرسوبي العربي الذي يضم اكثر من 65% من الاحتياطي العالمي من النفط الخام ، حوض بحر قزوين ، حوض بحر الشمال، حوض امريكا الجنوبية ، حوض أمريكا الشمالية.

2- وجود مادة النتروجين في النفط الخام وضمن مكوناته مثلما هي موجودة في خلايا الكائنات الحية النباتية والحيوانية

3- ان جميع الصخور المصدرية للنفط الخام تتكون بالقرب من شواطئ البحار او قيعانها مثل الخليج العربي وبحر الشمال مما يؤكد تكونها من بقايا الحيوانات والنباتات البحرية

**ii.النظرية اللاعضوية**

يعتقد اصحاب هذه النظرية ان المواد الهيدروكربونية المختزنة في صخور باطن الارض لا يمكن ان يكون مصدرها المواد العضوية فقط ، مستندين الى الظواهر الطبيعية الاتية :
1- وجود كميات كبيرة من الغازات الهيدروكربونية في الغلاف المحيط بكوكب الارض .
2 - خروج غازات هيدروكربونية مع المياه الجوفية والبراكين.
3- وجود رواسب صلبة للنفط على شكل عروق في بعض الصخور الغازية والمتحولة في كندا وفي الصخور الرسوبية (الحجر الرملي) في الولايات المتحدة الامريكية .
4.سهولة تحضير مركبات الإيثان والميثان والبنزين في المختبرات ومن مواد غير عضوية .

وعلى العموم فان النظرية اللاعضوية التي كانت سائدة في القرن التاسع عشر تفسر نشأة النفط الخام على انه ناجم عن تفاعلات كيمائية على نطاق واسع في باطن الارض بين العناصر اللاعضوية مثل الهيدروجين مع الكربون او كبريتيد الحديد مع الماء او مع العناصر الأخرى ، لكن هذه النظرية تعرضت الى انتقادات كبيرة كون النفط الخام لم يتكون بفعل او بسبب العوامل اللاعضوية فقط . ومن اشهر الافتراضات عن هذه النظرية ما ذكره الكيميائي الروسي (ميندليف) من ان تكون الهيدروكربونات ناجم عن تفاعل كميات كبيرة من كبريتات الحديد التي توجد في باطن الارض مع المياه الجوفية تحت ضغط وحرارة شديدين كما ان الهيدروجين قد تكون ايضاً بطريقة غير عضوية.

**iii . النظرية المعدنية**

ترى هذه النظرية بأن النفط معدني الاصل تكون نتيجة لتعرض بعض رواسب كبريتات الفلزات الموجودة في باطن الارض لبخار الماء ذلك ان كبريتات الكالسيوم يتفاعل مع الماء مكون الهيدروكربون غير المشبع ، ومما يضعف من هذه النظرية هو ان الندرة الشديدة للرواسب التي يصعب معها تصور انها كانت موجودة بكميات هائلة وكافية لتكوين النفط استخرج في فعلاً من الخام وما يزال موجوداً في باطن الارض ثم ان النفط لا يوجد في الصخور البركانية وانما يوجد فقط في الصخور الرسوبية .

## أنواع النفط الخام ومنتجاته

بالرغم من كون النفط الخام مادة متجانسة في عناصره المكونة له ، الا انه لا يكون على نوع واحد في المكامن النفطية ، فهو على انواع متعددة تتأثر بالخصائص الطبيعية ؛ الكيمائية والفيزيائية الكثافة والمادة الكبريتية ، اذ تتابين انواع النفط الخام في بحر الشمال عن النفط الخام في الخليج العربي او في امريكا الشمالية والجنوبية بل وتتباين هذه الانواع في المنطقة الواحد نفسها .

اذ هنالك نفط خفيف ونفط متوسط ونفط ثقيل كما يصنف بحسب الكثافة النوعية (عالي ،منخفض) ، كما يوجد نفط حلو او مر للإشارة الى نسبة وكمية المادة الكبريتية المحتوية له .ان تباين انواع النفط الخام تؤثر على عدة عوامل :

التاثير على العرض النفطي

- التاثير على الكلفة الانتاجية في عمليات التكرير والمصافي

- . التاثير على قيمة وسعر النفط

ان النفط الخام لا يمكن استخدامه بصورة مباشرة بل لا بد من تصنيعه لتحويله الى عدة منتجات نفطية مصنعة تختلف في طبيعتها او شكلها او قيمتها او استعمالها ، والتي يمكن تصنيفها على النحو الاتي :

**المنتجات الخفيفة**

- الغاز الطبيعي Natural Gas
- بنزين الطائرات Aviation Gasoline
- بنزين السيارات Motor Gasoline
- كيروسين Kerosene

**المنتجات المتوسطة**

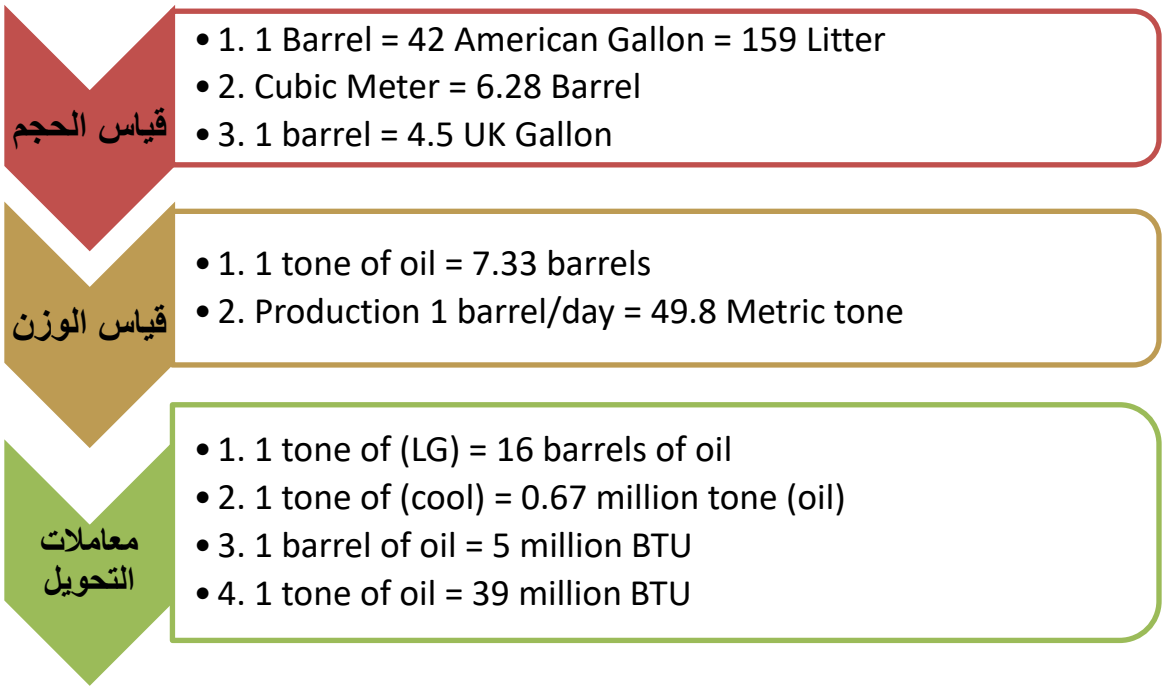
- زيت الغاز Oil Gas
- زيت الديزل Diesel Oil
- زيت التشحيم Lubricants

**المنتجات الثقيلة**

- زيت الوقود Bunker/Fuel Oil
- الاسفلت Bitumen
- الشمع Wax

## قياس النفط الخام ومعاملات التحويل بين مصادر الطاقة

يتم قياس النفط الخام عادة اما بالبرميل او بالطن المتري ، والقياس الاكثر شيوعاً لإنتاج النفط هو عدد البراميل باليوم او عدد الاطنان المترية بالسنة . ولان البرميل هو مقياس حجم والطن مقياس وزن فلا توجد علاقة دقيقة بينهما ، حيث ان النفط الخام يختلف وزنه باختلاف نوعه ولكن يمكن اعتماد المقاييس الاتية :




### الكثافة النفطية

يمثل مقياس American Petroleum Institute (API) المعيار المعتمد في قياس كثافة النفوط على اساس الوزن النوعي للنفط الخام ودرجة الكثافة ذات العلاقة العكسية بالمقياس الاول (الوزن النوعي) ، اذ ان النفوط ذات الوزن النوعي الاكبر تكون كثافتها على مقياس معهد البترول الامريكي منخفضة على العكس من النفوط ذات الوزن النوعي الاقل وهي النفوط الخفيفة والمتوسطة ، ويتم حساب الكثافة النوعية بموجب المعادلة التي وضعها معهد البترول الامريكي .

**درجة API=( 141.5/ الوزن النوعي للنفط الخام عند درجة حرارة 60 F) -131.5 .....(1)**

**مثال :اذا كان الوزن النوعي لنفط حاسي مسعود الجزائري مساوياً لـ 0.82 عند درجة حرارة 60 F ، اوجد درجة كثافة النفط ؟**

**الجدول (2):- تصنيف النفط الخام بموجب درجة الكثافة**

| نوع النفط الخام | درجة الكثافة API |
|---|---|
| ثقيل | 28-1 |
| متوسط | 34-28 |
| خفيف | اكثر من 34 |

**الجدول (3):- أنواع النفط الخام لبعض الدول العربية**

| البلد | نوع النفط | API | الكبريت % |
|---|---|---|---|
| السعودية | متوسط | 34.2 | 1.6 |
| | ثقيل | 27.3 | 2.8 |
| الكويت | متوسط | 31.3 | 2.4 |
| ايران | متوسط | 34.3 | 1.3 |
| | ثقيل | 31.3 | 1.8 |
| العراق | خفيف | 36.1 | 1.8 |
| | متوسط | 34 | 1.9 |
| الجزائر | خفيف | 44 | 0.14 |
| نيجيريا | ثقيل | 27.1 | 0.25 |
| ليبيا | خفيف | 39.2 | 0.45 |

## تحديد الخصوبة النفطية للآبار

تعني الخصوبة النفطية كمية الآبار النفطية التي يتم الحصول على النفط منها بكميات تجارية ، او بعبارة اخرى كمية النفط الخام التي يتم الحصول عليها من الآبار النفطية قياساً الى عدد الآبار المحفورة . ويتم قياس الخصوبة النفطية بواسطة مقياسين :

المقياس الأول :- يعتمد على مفهوم نسبة نجاح الآبار الاستكشافية ووفق الصيغة الاتية :

**نسبة نجاح الابار الاستكشافية** =عدد الابار الفعلية الاستكشافية الناجحة/العدد الكلية للآبار المحفورة

لكن هذا المقياس لا يفرق بين الآبار الكبيرة والصغيرة المكتشفة ومن ثمة لا يمكن ان يعطي مؤشرات جيدة للخصوبة النفطية

المقياس الثاني :- مقياس الكمية الحدية ويعتمد هذا المقياس على المقارنة بين مقدار التغيير الحاصل في الاحتياطي كنتيجة لتغير في عدد الامتار المحفورة لكل وحدة اضافية الى الاحتياطي اي انخفاض نسبة الخصوبة النفطية.

## الوظائف الاقتصادية للنفط :

1- **النفط مصدر رئيس للطاقة العالمية** : يعتبر توافر الطاقة احد المقومات الاساسية في عملية التطور الاقتصادي بل هي احد العناصر الاساسية للعملية الانتاجية ، اذ بدون توافر الطاقة اللازمة لا يمكن انتاج السلع والخدمات المختلفة . لقد اصبحت الطاقة مؤشرا هاما لمعرفة مدى التطور الاقتصادي اذ ما يزال استهلاك الطاقة ينمو بمعدلات مرتفعة سنوياً ويحتل النفط الخام مركز الصدارة بين بين مصادر الطاقة العالمية الاخرى التي تم استهلاكها ( الفحم ، الغاز الطبيعي ، الطاقة الكهرومائية ، الطاقة النووية ) وبالأخص البلدان الصناعية المتقدمة والبلدان الاسيوية الصناعية مثل اليابان والصين وكوريا الجنوبية.

2- **النفط مادة اولية للنشاط الصناعي** : يتميز النفط الخام كونه مادة لا يمكن استخدامها للأغراض الصناعية الا بعد تحويلها الى اشكال اخرى من خلال عملية تكريرها او من تصنيعها لإنتاج منتجات صناعية عديدة مثل ( صناعة الاسمدة ، صناعة المطاط ، صناعة الجلود ، صناعة النسيج ، صناعة المنظفات والمبيدات ، صناعة مواد التجميل والعطور ، المستحضرات الطبية . الاصباغ ، المواد البلاستيكية ، وغيرها من الصناعات ) .

3- **النفط الخام مصدراً لتمويل الموازنة العامة** : يعتبر النفط الخام مصدراً لتوفير راس المال اللازم لتمويل النشاط الاقتصادي في العديد من البلدان النفطية الريعية التي تعتمد على الصادرات النفطية كمصدر اساس لتمويل الموازنة العامة.

4- **النفط الخام سلعة للتبادل التجاري** : يؤدي النفط الخام دوراً مهماً في التبادل التجاري على المستوى الدولي من خلال عملية الصادرات والاستيرادات .

## نظريات الموارد الناضبة

### 1- نموذج هوتلنك Hoteling's Model 1931 :

يعد الاقتصادي الامريكي هوتلنك او من بحث مسالة الاستخراج الامثل للمورد الناضب عام 1931 ، الذي وضع فيه الاساس لنظرية ( الموارد الناضبة) التي مفادها ( ان سعر المورد الناضب يجب ان ينمو بمعدل مساوٍ لمعدل سعر الفائدة لان احتياطياته تنخفض بشكل ثابت بمرور الزمن سيادة ظروف المنافسة التامة ) وهي ما يطلق عليه بقاعدة هوتلنك .اذ وضح الاستخدام الرشيد للمورد الناضب وكم يجب ان يكون سعره في كل فترة لغرض زيادة ربح المنتج ( مالك المورد الناضب ) عن طريق تحديد قرارات الانتاج المثلى للحفاظ عليه من دون تؤثر مستويات النمو الاقتصادي سلباً عليه تعد مسالة نضوب الموارد Deleted Resources الاساس الجوهري لهذه النظرية بوصفه محدداً لأسعار المورد وكمية الانتاج ، اذ يقوم منتج النفط الخام بجدولة انتاجه زمنياً بحيث تصبح القيمة الحالية للبرميل الواحد المستخرج في الوقت الحاضر مساوية للنفط المستخرج في الفترة المستقبلية ،بافتراض عدم رغبة المنتج في الحصول على ربح اضافي من خلال زيادة الانتاج للفترة ما بين الحقب الزمنية .

وبعبارة اخرى لكي تكون قيمة برميل النفط في كل المراحل الزمنية متساوية لابد ان ينمو سعر برميل النفط بنفس معدل نمو سعر الفائدة ان هذا النموذج يعد بمثابة استراتيجية لمالكي الثروات الناضبة التي تقوم على تعظيم القيمة الحالية الصافية للثروة الناضبة ، اذ يقارن المنتج دائماً ما بين سعر النفط ومعدل سعر الفائدة المتأتي من سندات السوق الحرة كما السندات الحكومية ، حيث يفترض المنتج ان الربح الذي يحصل عليه من استخراج برميل النفط في العام القادم يكون مطابقاً لسعره في العام الحالي مضافا اليه سعر الفائدة التي يمكن ان يجنيها من ارباح الادخار في المصرف التجاري لمدة سنة واحدة.

لقد وضح هوتلنك ان المنتجين الرئيسيين للنفط في العالم يسعون دائما الى التعاون والتكتل فيما بينهم لرفع الاسعار قدر الامكان بطريقة تقترب من النموذج الاحتكاري لاعتقادهم بان سعر الموارد الناضبة يختلف حسب طبيعة السوق ، حيث يستلم المنتج السعر من السوق ولا يحدده ، اذ في سوق الاحتكار يكون السعر الاولي مرتفعاً نسبياً ويزداد تدريجياً بمعدل يفوق سعر الفائدة الحقيقي وتنضب الموارد الناضبة في وقت متأخر بسبب سيطرة المحتكر على التحكم بالكميات اذ يمارس النضوب ضغطاً على الاسعار باتجاه الزيادة لأنه يشجع المنتجين على اقامة كارتل او غيره من صيغ التعاون والتي تعد بمثابة وسيلة مهمة لتفادي خطر نضوب المورد بشكل مبكر وهبوط اسعاره وبتطبيق هذه النظرية على النفط الخام يتطلب ان يرتفع سعر النفط بمرور الزمن لكي يعوض الانخفاض في الاحتياطيات النفطية ويزداد السعر في حال وجود سوق احتكارية مقارنة بظروف المنافسة التي تفرض سعراً اقل.

**فرضيات نموذج هوتلنك :**

1- ثبات الانتاج النفطي المستقبلي

2- الكمية المتوافرة من الاحتياطي النفطي.

3- ان سعر الفائدة ثابت وموحد في الاسواق طيلة فترة استغلال المورد .

4- ان اثر التقدم التكنولوجي محدود في تأثيره على حجم الاحتياطيات النفطية.

5- سيادة سوق الاحتكار في الاسواق النفطية التي تعمل على تقليل الانتاج ورفع السعر وغياب المنافسة التامة

6-ان سعر المورد الناضب يزداد باستمرار مع مرور الزمن نتيجة ارتفاع الكلفة الحدية وارتفاع ريع الندرة مع تضاؤل الاحتياطيات النفطية .

**تقييم نموذج هوتلنك :**

1- يعد هذا النموذج اساساً في تفسير مسار السعر والكمية المنتجة المثلى للمادة الناضبة .

2- وضح هوتلنك سلوك الانتاج الامثل الذي يتبعه منتجي المورد الناضب .

3- وصف نموذج اسواق النفط بصورة اقتصادية معقولة.

4- ان هذا النموذج استخدم مؤشرات مهمة لتحديد اسعار النفط بشكل عادل مثل سعر الفائدة.

**انتقادات نموذج هوتلنك :**

1- اهمل النموذج امكانية زيادة الاحتياطي عن طريق الاستكشافات الجديدة او التعويض عن

الانتاج بشكل مستمر نتيجة استخدام التطورات التكنولوجية .

2- ان ريع الندرة لا يقدم وصفاً دقيقاً للأسعار الحقيقة ، اذ يمكن ان تكون النتيجة عكسية حيث ان

زيادة اسعار النفط ستحفز الاستكشافات والتطورات مما يعمل على زيادة الوفرة في المورد

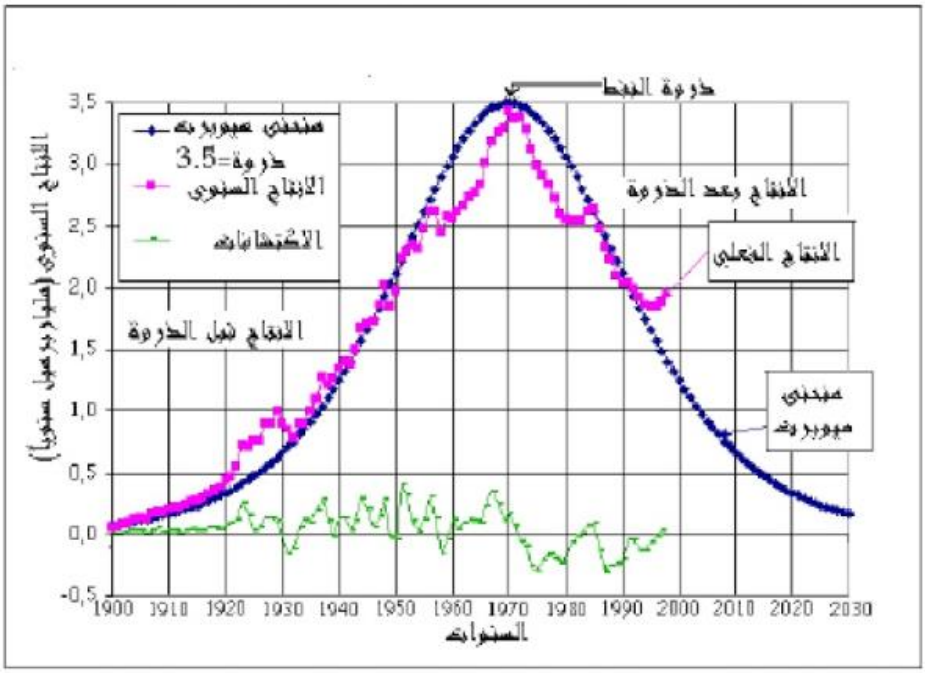
3- لا يمكن تطبيق هذا النموذج على كل الاسواق النفطية.

4- ان افتراض ثبات سعر الفائدة في الاسواق غير حقيقي لانه يتغير تبعاً لمعدل التضخم والسياسة النقدية مما يؤثر وبدرجة كبيرة على سعر الفائدة الاسمي والحقيقي .

5-ان انخفاض اسعار النفط الخام في الاسواق النفطية خلال فترة الثمانينات دليل واضح على عدم صلاحية هذا النموذج لتفسير العلاقة بين احتياطيات الموارد الناضبة وسعر الفائدة.

## 2 - نموذج هيوبرت Huberts Model 1956 :

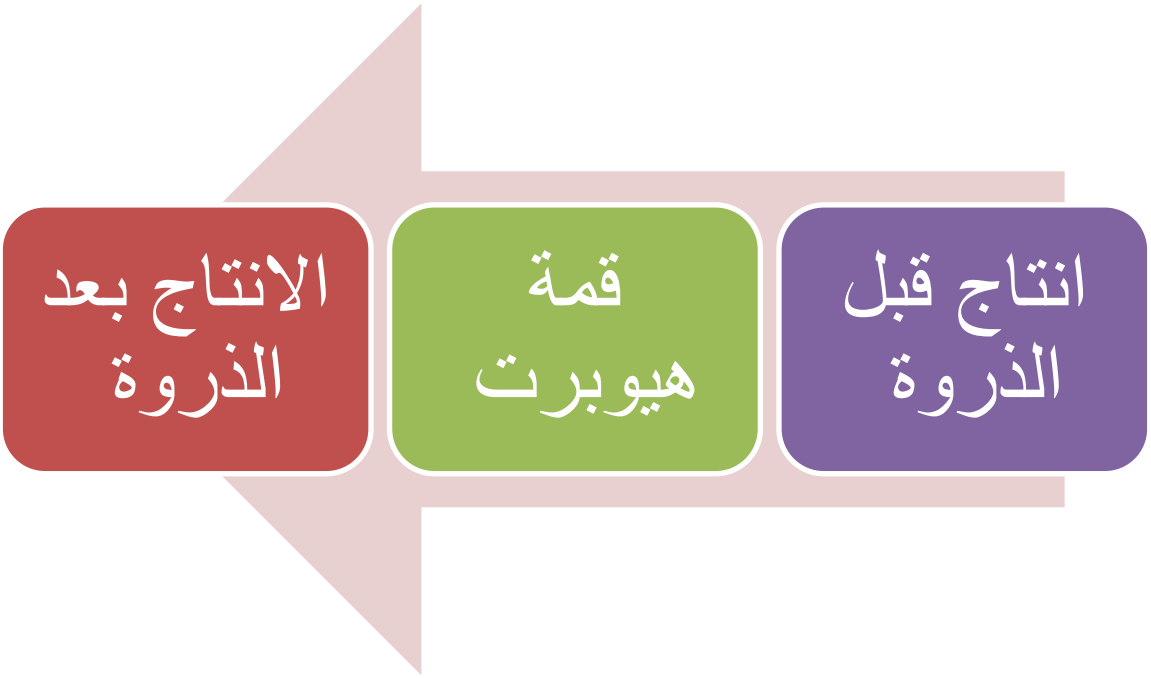
قدم كنج هيوبرت عام 1956 الى معه د النفط الامريكي نموذج توقع غيه مستقبل انتاج النفط الخام في الولايات المتحدة الامريكية والعالم ، وتوقع حصول ذروة انتاج النفط وانتهاء المرحلة التاريخية لتوفير النفط الرخيص التي يمكن ان تصبح نادرة العرض في المستقبل .لقد اجرى هيوبرت دراسته الاولية على 48 ولاية امريكية ووضح حصول ذروة الاكتشاف في اواخر الثلاثينات وبعد ذلك توقع ان تعقبها ذروة الانتاج في السبعينات ، ووضع تصور لتطور اسعار النفط في كل مرحلة وقد بين ان السعر والكمية المنتجة دالة للنضوب وان الاحتياطيات النفطية لابد ان تصل الى النضوب في النهاية .اذ يمر انتاج النفط الخام بمراحل مختلفة تبعاً لمراحل الاحتياطي وان الشكل الملائم لوصف مسار انتاج النفط مع مرور الزمن يأخذ شكل منحنى يشبه الجرس او القوس Bell Shape والذي عرف فيما بعد بمنحى هيوبرت وكما يوضحه الشكل البياني (منحنى هيوبرت) ، اذ يمثل المحور العمودي كمية الانتاج السنوي ( مليون برميل) او الاحتياطي السنوي(مليار برميل) ، اما المحور الافقي يمثل الزمن (السنوات) .




Source: J.H.Laherver, The Hubbert Curve :Its Strengths and Weaknesses, version proposed to Oil and Gas Journal on Feb 18 2000,//Dieoff.org/pag1.htm.P 9 .

**الشكل (2):- مقارنة منحنى هيوبرت مع انتاج النفط السنوي الفعلي للولايات المتحدة**

**ويمر انتاج النفط بثلاث حالات:-**




1- انتاج قبل الذروة : يوضح هيوبرت في بداية المرحلة زيادة الانتاج بمعدلات متزايدة في ظل اسعار منخفضة ، اذ تقوم الشركات النفطية في البداية باستخراج النفط ذي التكاليف المنخفضة الذي يتميز بسهولة استخراجه وقربه من سطح الارض وتحت الضغط الطبيعي كما اتكون نسبة الكبريت منخفضة مما يسهل عملية تصفيته وتمتد هذه المرحلة من الصفر حتى تصل الى الذروة .

2- قمة هيوبرت : وهي اعلى نقطة في الرسم البياني التي يصل فيها الانتاج الى اقصى مرحلة لتصل الى عرض ذروة النفط Peak Oil وهو تعبير يشير الى النقطة التي يصل فيها انتاج النفط الى اقصى مستوى له ، ليبدأ بعدها انخفاض انتاج النفط الخام وفي هذه المرحلة يكون من الصعب زيادة الانتاج بمعدلات متزايدة مما يؤدي الى ارتفاع الاسعار ويتوقف انتاج النفط عن النمو وهذا لا يعني نهاية النفط لكن يعني نهاية النفط الرخيص والتحول من سوق مشترين الى سوق بائعين والوصول الى هذا المرحلة يعني أن نصف الاحتياطي قد تم استهلاكه.

3- الانتاج بعد الذروة : تتميز هذه المرحلة بارتفاع اسعار النفط بصورة مستمرة نتيجة الانخفاض التدريجي للكمية المستخرجة من النفط ، حتى يتم استنزاف المورد الطبيعي ، اذ بعد ان يتم استثمار الحقول منخفضة التكلفة ، من المتوقع ان ما تبقى من الحقول يكون ذا تكاليف مرتفعة لكونه بعيداً عن سطح الارض فضل عن وجود الحقول الصغيرة الجودة التي تتطلب كمية أكبر من الجهد والمال لاستخراجه ونقله وتصفيته وفي ظل هذه الظروف فان نسبة الانتاج ستنخفض حتماً وبعد ذلك تصل بعض الحقول الى مرحلة تصبح فيها غير مجدية اقتصادياً نتيجة ارتفاع تكلفة استخراج برميل النفط ويرجع سبب الانخفاض الى عاملين اساسيين هما :

- انتهاء دورة المورد الناضب فضلا عن جفاف البئر
- ان كلفة البرميل الواحد المستخرج تكون عالية مقارنة بسعر البرميل في الاسواق النفطية .

وبالفعل فقد كانت توقعات هيوبرت دقيقة عند بلوغ ذروة الانتاج النفطي للوليات المتحدة عام1970 بكمية انتاج تعادل 3.5 مليار برميل / السنة اي بمستوى انتاج 9.6 مليون برميل/اليوم وانخفض الانتاج بعدها منذ بداية السبعينات باستمرار الى ان وصل الى 5.1 مليون برميل/اليوم عام 2004 أي بنسبة هبوط 44% ثم وصل الى 5.1 مليون برميل / اليوم عام 2007 مما اعطى مصداقية للنموذج .

اما بالنسبة لنموذج على المستوى العالمي فقد توقع حصول ذروة الاكتشافات في السبعينات وتتبعها ذروة الانتاج عام 2000 ولكن لم ذلك دقيقاً كما في النموذج الامريكي ويرجع سبب ذلك الى تأخر بلوغ ذروة الانتاج بسبب مجموعة من الاحداث غير المتوقعة ؛ صدمات ارتفاع اسعار النفط عام 1973 ، 1980 ، الازمة المالية الاسيوية 1997 ، الازمة المالية 2007 . اذ تسببت تلك الصدمات النفطية بارتفاع اسعار النفط الخام في السوق الدولية ومن ثم تأخر بلوغ الذروة النفطية الى نهاية العقد . وبعد بلوغ الانتاج العالمي للذروة ستكون هناك كمية كبيرة منه لا تزال في باطن الارض لكنها تصبح اعلى تكلفة مما يخفض من انتاج النفط وارتفاع اسعار النفط مما يعمل على ارتفاع تكاليف النقل والسلع الغذائية والصناعية والصراع الدولي على مناطق تواجد النفط . لقد افترض هيوبرت وجود علاقة بين اكتشاف النفط واستخراجه اذ تاتي بعد ذروة الاكتشاف بما يتراوح بين 35-45 سنة و كلا الدورتين تأخذان شكل منحنى قوس مماثل.

**تقييم النموذج :**

يرى بعض الاقتصاديين بعدم دقة نموذج هيوبرت وخطأه اذ لا توجد ذروة ولا تراجع وبالأخص اصحاب الشركات النفطية وبالبلدان المنتجة للنفط ، الذين يفضلون العمل بأسواق مستقرة وبأسعار متوقعة فالتقلب بالأسعار سوف يقلل من الارباح وبالتالي لا يفضلون النماذج الاقتصادية التي تتوقع الخسارة نتيجة تراجع الانتاج والاسعار اذ ان التطورات التكنولوجية ستعمل على اكتشاف المزيد من الاحتياطيات النفطية فضلاً عن المصادر غير التقليدية للنفط الخام ، من جهة اخرى يعتقد البعض بصحة النموذج ويمكن تقييم النموذج كالاتي :

1-يصف النموذج دورة المنتج الكاملة التي تصل الى الذروة وبعدها يبدأ الانتاج بالانخفاض بمستويات اقل

2 -قدرة النموذج على التنبؤ المستقبلي وبالأخص لعدد من الحالات التاريخية بالرغم من صعوبة التوقعات المستقبلية

3-يعتقد هيوبرت أن الاكتشافات الجديدة تمثل اضافة صغيرة الى الانتاج النفطي ام التطورات التكنولوجية والاستثمارات ستخفض معدلات الانتاج بمعدلات صغيرة.

**انتقادات النموذج :**

1 - ان النموذج ربما يكون صحيحاً فقط في حالة الاسواق الحرة التي تسمح للمنتج بتعظيم ارباحه . ولذلك النموذج لا يستطيع تفسير سلوك منظمة أوبك النفطية في تغيير انتاجها .

2-عدم قدرة النموذج في التنبؤ بالعوامل غير المتوقعة مثل تقلبات الاسواق والحرب والكوارث.

3- ان فكرة الوصول الى انتاج الذروة سيكون غير متماثلاً بالنسبة للحقول النفطية العملاقة والصغيرة .

4 - يفترض النموذج ان الجيولوجيا هي العامل الوحيد للاكتشافات والانتاج والنضوب ، وتجاهل التطورات التكنولوجية واهميتها .