# التكنولوجيا وأثرها في رسم مستقبل العرض والاستهلاك النفطي

***الدكتور حسن رشك غياض**
**باحث من العراق**

****الدكتور بلال فالح صيهود الخليفة**
**باحث من العراق**

*جامعة الامام جعفر الصادق(ع)
hasan.rasak@sadiq.edu.iq
** وزارة النفط العراقية
Dr.bilalalfaisal@gmail.com

ملخص :

**أحدثت التقنيات النفطية ثورة حقيقية في تغيير مسارات الاحداث خلال السنوات القليلة الماضية، وخصوصا في مجال انتاج واستهلاك النفط المتربع على عرش الطاقة، من خلال زيارة الاحتياطيات النفطية، وكان للتكنولوجيا الفضل في زيادة الانتاج من الحقول الحالية، وذلك من خلال تطوير تقنيات الحفر والانتاج، والانتاج المعزز وساعدت التقنيات ايضا في انتاج النفط غير التقليدي، كنفط السجيل والنفط الصخري ونفط قيعان المحيطات، وبذلك فأنها زادت من المعروض النفطي في الاسواق النفطية، ووسعت من خيارات المستهلك، فضلا عن ذلك فان للتكنولوجيا الفضل الكبير ايضا في تقليل الاستهلاك النفطي، نتيجة تحسين كفاءة المحركات في انتاج الطاقة وتقليل مستوى استهلاكها للوقود، فضلا عن زيادة كفاءة محطات توليد وانتاج الطاقة لتصل الى اكثر من (65%)عما كانت علية خلال السنوات القليلة الماضية، وساعدت التكنولوجيا ايضا على انتاج سلع ومعدات ذات تقنيات حديثة قليلة الهدر بالطاقة، وبهذا فقد قللت من مستوى الاستهلاك، وانعكس ذلك على انخفاض مستوى الطلب النفطي، وكبح جماح تزايد اسعار النفط، فضلا عن التبدل والتغيير الذي سيحدث في اسواق الطاقة وبلدان الاستهلاك النفطي في المستقبل، مما يتوجب على البلدان المنتجة التفكير في المستقبل واعادة بناء سياساتها الاقتصادية، وتقليل اعتمادها على النفط، لصالح الصناعة والزراعة والسياحة وتفعيل مناخ الاستثمارات، قبل فوات الاوان، كل هذه المواضيع سيتم بحثها من خلال هذه الورقة البحثية التي تتناول(دور التكنولوجيا في رسم مستقبل الانتاج والاستهلاك النفطي ) من خلال المباحث الثلاثة التالية:**

**المبحث الاول: دور التكنولوجيا في رسم مستقبل المعروض النفطي.**
**المبحث الثاني: دور التكنولوجيا في خفض مستوى الطلب النفطي.**
**المبحث الثالث: دور التكنولوجيا في رسم مستقبل الطاقة.**

**كلمات مفتاحية :** الاستهلاك النفطي، التكنولوجيا، مستقبل الطاقة.

# Technology and Its Impact on Shaping the Future of Oil Supply and Consumption

Dr. Hassan Rashak Ghayyad
A researcher from Iraq
Imam Jaafar Al-Sadiq University
(peace be upon him)

Dr. Bilal Faleh Saihoud Al Khalifa
A researcher from Iraq
Iraqi Ministry of Oil

ABSTRACT

Oil technologies have brought about a real revolution in changing the roots of events during the past few years, especially in the field of oil production and consumption, which is on the throne of energy, by visiting oil reserves, The technology was credited with increasing output from the current fields, through the development of drilling and production techniques, and enhanced production. The methods also helped produce unconventional oils, like shale oil and ocean floor oil, and thus, they increased the oil supply in the oil markets and expanded consumer choices. In addition, technology also has an excellent credit for reducing oil consumption, By improving the efficiency of engines in energy production and reducing their level of fuel consumption, as well as increasing the efficiency of power generation and production plants to reach more than (65%) than it was during the past few years, and technology has also helped to produce goods and equipment with modern technologies that are low in energy; thus, it reduced the level of consumption, and this was reflected in the decrease in the level of oil demand, and curbing the increase in oil prices, as well as the change and change that would occur in energy markets and oil-consuming countries in the future; thus, the producing countries must think about the future, rebuild their economic policies, and reduce their dependence on oil, in favor of industry, agriculture and tourism, and activate the investment climate, before it is too late.

All these subjects will be shown in this paper, which tackled (the role of technology in the formulation of the future policy of oil consumption & production) through the following topics:

future. The role of the technology in the formulation offered oil in the

The role of technology in the reinforcement of the oil demand.

The role of technology in the formulation of the future of power

KEY WORDS: oil consumption, technology, energy future.

**المقدمة:**

تؤدي التكنولوجيا دورا هاما في تطوير تقنيات الطاقة المشبعة لحاجات المجتمعات البشرية ، فقد كان حرق الخشب يوفر حاجاتها الى الطاقة للمدة من العام 1805 ولغاية العام 1895م، ومنذ العام 1895 احتل الفحم الحجري سلم الصدارة في انتاج واستهلاك الطاقة بدلا من الخشب، باستخدام تقنيات البخار ومحركاته المسيرة للسفن والقطارات، ولكن العام 1913 اعلن نجاح محركات الاحتراق الداخلي المعتمدة على النفط ومشتقاته، فأحدثت ثورة في انتاج واستهلاك الطاقة، وقلبت الطاولة على انتعاش الفحم الحجري، وابقت مليارات الاطنان من احتياطياته جاثمة في مناجمها، ومنذ ذلك الحين وثورة النفط وتقنيات استخراجه تأخذ حيزا مهما في التطبيق، حتى جاءت ازمة النفط في العام 1973، فأيقظت العالم الغربي، ودفعتهم للتفكير جديا في توفير البديل عن النفط الرخيص، ومن هنا ابتدأت قافلة التقنيات المطورة للإنتاج والاستكشاف وتوفير البديل عن النفط ، وأحدى مهام وكالة الطاقة الدولية المؤسسة عام 1974 كانت رعاية هذه الجهود، فتوالت الاستكشافات للحقول البعيدة عن اراض البلدان المنتجة في اوبك، وابتكار طرق وتقنيات جديدة لاستكشاف المياه العميقة، وتحويل رمال القار والبتيومين الى احتياطيات نفطية تقليدية، وجعل انتاجها ضمن النطاق التجاري المقبول، وبعد ارتفاع الاسعار النفطية مطلع الالفية الجديدة نهضت التكنولوجيا من جديد لتطوير تقنيات انتاج النفط الصخري المحبوس في الصخور الصماء، وجعله واقعا ملموسا يسد جزءا من الحاجات الامريكية للاستهلاك النفطي، فضلا عن تسييل الغاز الناتج العرضي من انتاج النفط، ليكون منافسا حقيقيا في انتاج الطاقة الكهربائية، واستعماله في تسيير وسائل النقل البري، وبفعل التكنولوجيا ايضا تتحول امريكا من المستهلك الاول للنفط الى بلد شبه مكتفي بل وتفكر في تصديره الى الخارج.

وبعد ان تعالت الاصوات نتيجة الملوثات البيئية من نواتج احتراق النفط ، وعقد المؤتمرات الدولية للمناخ في مدينة كيوتو اليابانية ومن بعدها في باريس في العام 2015، وضع قادة العالم والقادة الدينيين جل اهتمامهم المحافظة على بيئة الكوكب ووقف التدهور والاحتراز الكوني، والدعوة للتحول لانواع اخرى من الطاقة، لا تنتج ملوثات بيئية، مما يتوجب على البلدان المنتجة للنفط، ومعظمها بلدان ريعية ، استغلال الفترة الانتقالية للتحول الى الطاقة النظيفة، واعادة برمجة اقتصادياتهم قبل

انهيار اسعار النفط، وارتباك المشهد الاقتصادي امام شعوبهم، ولهذا السبب فأننا ننصح اصحاب الشأن في صناعة القرار السياسي والاقتصادي في العراق للتفكير جديا في هذا الموضوع، والتوجه لوضع الدراسات المستقبلية ، للتعامل مع التحول في صور الطاقة المحتمل قبل فوات الاوان، وبقاء الاحتياطيات الضخمة بائرة في اراضيهم، كما حدث مع مالكي الفحم الحجري.

**اولا: -اهمية البحث:** - تأتي اهمية البحث من اهمية النفط في حياة الشعوب كمنتج اول للطاقة والمسؤول الاول عن توفير الايرادات المالية للبلدان المنتجة للنفط، وانخفاض أسعاره تؤثر سلبا على حياة الشعوب المنتجة له.

**ثانيا: هدف البحث:** -يهدف البحث الى تشخيص أثر التكنولوجيا في تطوير تقنيات الاستخراج واستقرار العرض النفطي، فضلا عن أثرها في الحد من الاستهلاك النفطي، والتحول لأشكال اخرى من الطاقة.

**ثالثا: مشكلة البحث:** - بيان إثر التكنولوجيا في العرض والطلب النفطي والتحول الى توفير مفردات الطاقة.

**رابعا: فرضية البحث:** - ينطلق الباحث من فرضية مفادها ان هنالك اثرا واضحا للتكنولوجيا في توفير المعروض النفطي وفي كبح جماح الطلب عليه، فضلا عن أثرها الواضح في التحول الى اشكال اخرى من انتاج الطاقة.

## المبحث الأول

دور التكنولوجيا في رسم مستقبل المعروض النفطي

تسارعت خطى البحث عن البترول وإنتاجه بمساعدة التكنولوجيا ألمتطورة، فاختزلت الجهد وخفضت الكلفة وربحت الوقت، فكان لها الأثر الفاعل في تغيير خارطة العلاقات النفطية الدولية بين أطراف العلاقة الجدلية بين الدول المنتجة والدول المستهلكة للنفط من خلال: -

**تكفلت التكنولوجيا في معظم الإشكالات واختصرت الكثير من الوقت والجهد والمال،**

**اولا: دور التكنولوجيا في الكشف عن الحقول النفطية.**

تكفلت التكنولوجيا في معظم الإشكالات واختصرت الكثير من الوقت والجهد والمال، وأهم ما توصل إليه التقدم التقني في هذا المجال هو المساحة السيزميه ثلاثية الإبعادThree-Dimensional seismic survey وحققت نجاحات باهرة في خفض الكلفة، ورفع معدلات النجاح في الكشف عن الطبقات ذات الاحتمالات البترولية المرتفعة[1]، وقدمت للجيولوجيين صورة ثلاثية البعد أشد وضوحاً لتكوينات أكثر عمقاً، وساعدتهم على تحديد شبكة الآبار التطويرية.

(1) حسين عبد الله، البترول العربي دراسة اقتصاديه سياسية، ط1, دار النهضة العربية, 2003، ص21.

وقللت من حفر الآبار الجافة والعديمة الفائدة إلى حدها الأدنى، فانخفضت هذه ألنسبه في الولايات المتحدة الأمريكية عام 2006 الى (12% ) من إجمالي الآبار الاستكشافية، حيث كانت37%)) عام 1973 و32%)) عام 1983 و(31% عام 1993[2]، وخفضت الفترة الزمنية لوضع الحقل في الإنتاج، بعدما كان ذلك يستغرق اشهر كثيرة وقد تمتد إلى أعوام، وظهر نوع جديد ايضا من المسح هو( 4D) المسح الرباعي الإبعاد، ليعطي صوره أدق وضوحا للمخزون النفطي الذي أنتج والمخزون المتبقي، وعند ذلك يكون لدى صاحب قرار الاستثمار صوره واضحة ودقيقه عن الحقل النفطي، وكأنه امام أعينه على سطح ارض، وليس على بعد ألاف الأمتار في باطن الأرض، وفي السنوات الأخيرة، طوّر العلماء تقنيات أكثر فاعلية، سمحت بتتبع حركة النفط والغاز والماء أثناء تقدم عمليات الانتاج من الآبار المحفورة باستنزاف مخزون الطبقات تحت الأرضية من هذه الموائع، وفي افق اخر طورت الشركات البترولية تكنولوجيا الاستكشاف والحفر على اعماق تتجاوز ضعف الاعماق التقليدية، وفي شروط جيولوجية بالغة التعقيد، كالتنقيب في اعماق بحرية كبيرة، وهذه التقنيات اتاحت تحديدا دقيقا لخواص المكامن النفطية (Res-ervoir) في ما يتعلق بالمسامية(Porosity) او النفاذية (Permeability) وأيضا الخواص الفيزيائية الكمية للسوائل وحركتها داخل التركيبات ألجيولوجية وتحديد شكل الهيدروكاربونات وتاريخ تشكلها ((Gerneration وحجمها، وهجرتها (Mi-gration) واستقرارها في المكامن(Trapping)، بل ذهبت التكنولوجيا الحديثة بعيدا الى وضع نماذج محاكاة مواصفات المخزون النفطي ((Reservoir ، وإعادة رسم التاريخ الجيوكيمياوي لتشكل تلك التجمعات البترولية والغازية، وتعدت التكنولوجيا الحديثة الى انتاج برمجيات (Software ) جديدة تسمح بتقويم كل المعطيات الخاصة بالمكامن النفطية القديمة[3] ، وهذه التقنيات الحديثة ساعدت على استكشاف احواض جديدة ، في عرض البحار يصل الى الف متر، وزادت من الاعماق المكتشفة الى عمق يصل الى(2000) متر في العام 2007، وفي العام 2010 تخطت هذا العمق الى اكثر من (2500) متر، وعلى اثرها تم اكتشاف اربعة مقاطع ضخمة بطول حدود المحيط الاطلسي في المياه العميقة لخليج المكسيك، وحوضي «كامبوس» و«سانتوس» قبالة السواحل البرازيلية وتقدر الاحتياطيات التي عثر عليها في هذه المقاطع اكثر من (25) مليار برميل، فضلا عن مقاطع سواحل غرب افريقيا قبالة الكونغو وانجولا واحواض النيجر وتقدر تلك الاحتياطيات بما يزيد عن (10) مليار برميل نفط[4].

**تقدر الاحتياطيات النفطية التراكمية في الاحواض النفطية العميقة بنحو( 150) مليار برميل**

(2) عبد الوهاب السعدون: هل يقترب عصر النفط السهل من نهايته، بحث منشور على الرابط media.com/index. Php ?m= politics & lang = ar

(3) منذر ماخوس، دور التطور التكنولوجي في تنويع مصادر الطاقة والأسعار، ندوة تداعيات هبوط الاسـعـار على البلدان المصدرة، الدوحة -7 تشرين الثاني, 2015, ص ,80,79.

(4) راي ليونارد، تأثير تقنيات الطاقة فـي مستقبل الانـتـاج العالمي للنفط، (بحث) ضمن كتاب التكنولوجيا ومستقبل ألطاقة مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، ط1, دبي , 2013,ص7

تقدر الاحتياطيات النفطية التراكمية في الاحواض النفطية العميقة بنحو( 150) مليار برميل ، اكتشفت منها حوالي (40) مليار برميل متواجدة في المياه الضحلة التي لا تتجاوز اعماقها (400- 1500) متر قبالة سواحل المكسيك والنيجر وانغولا في غرب افريقيا حتى العام 2012، وما بعد هذا العام تم اكتشاف حوالي (50) مليار برميل في المياه العميقة (1500-3000) متر وتعتبر هذه المرحلة مرحلة العصر الذهبي للاكتشافات البحرية من المصادر البحرية للنفط التقليدي التي ادت بدورها الى زيادة الانتاج النفطي من مصادر المياه العميقة، وقدر الانتاج خلال هذه المدة الزمنية الى حوالي (7،5) مليون برميل يوميا، وينتظر ان تزداد الى اكثر من (11،5) مليون برميل يوميا خلال المدة من 2020 الى 2025 [5] .

(5) راي ليونارد,2013, المصدر نفسه، ص71,72.

**ثانيا: تطوير تقنيات الحفر للآبار النفطية.**

التقنيات الحديثة في الصناعة النفطية قللت كذلك من كلفه الإنتاج ، فالتقدم الهائل والطفرات التقنية رفعت من معدلات إنتاج النفط في العالم إلى أكثر من (10% ) ، أما اليوم فقد انتشرت الآبار التي تنحرف بنحو (90) درجة ، وذلك بفضل تطوير المحركات القادرة على العمل في أعماق الأرض لمساعدة الحفار في السيطرة الكاملة على أنبوب الحفر وبالتالي التحكم في اتجاه الانحراف[6]، ليصبح الحفر الموجه سمة العصر ، مما ساعد في زيادة مقطع ارتشاح النفط من الطبقة المشبعة باتجاه البئر، وعدَّ هذا الاسلوب ثورة تقنية في الصناعة النفطية، مما سمح باستثمار أفضل للنفط الثقيل وعالي اللزوجة ، ووفر انتاج إضعاف ما توفره الآبار العمودية[7]، وبالإمكان أعاده إصلاح الآبار العمودية المتوقفة عن العمل لأنه سيجد مناطق منتجه أخرى غير تلك المنطقة المنتجة التي نضبت، وربما يجد منطقه منتجه أخرى في عمق أخر، وهكذا يقوم البئر النفطي بالإنتاج من المنطقتين المنتجتين او ثلاثة وحتى أربعة طبقات في نفس البئر، بحسب ظرف الحقل ومن شجره بئر واحده، ويعد هذا النوع من الحفر احدى وسائل الانتاج المحسن، حيث امكن اعادة فتح ثقوب في انابيب التبطين، ومن ثم اعادة حفرها بطريقة الحفر الموجه ضمن الطبقة المنتجة لزيادة مساحة الارتشاح من الطبقة المشبعة باختراقها افقياً، بدلا من الطريقة العمودية التقليدية حيث تحفر البئر على طول الطبقة المنتجة وليس اختراقها فقط .

(6) رشيد الخولي :حفر الابار الموجهة ، بحث متوافر على الرابط file:///H;حفر الآبار الموجهة-PETENG_files/direc-tional drilling:jpy-SYRIAN

(7) منذر ماخوس، دور التطور التكنولوجي في تنويع مصادر الطاقة والأسعار، المصدر السابق، ص81.

ووجد هذه التقنيات طريقها للتطبيق منذ العام 2000 في منطقة الخليج خصوصا في اعادة حفر الابار السابقة التي دب النضوب فيها [8]، فضلا عن ذلك شهدت صناعة رؤوس الحفر المستخدمة في هذه الطريقة من الحفر تقدما تقنيا ملحوظا في السنوات الماضية ، ساهمت في الوصول الى اعماق كبيرة خلال مدة مقبولة، وساعدت في الوصول الى تشكيلات نفطية كانت عصية على عمليات الحفر

(8) ادارة الشؤون الفنية, الاقطار العربية المصدرة للبترول (اوابك), الاستخلاص البترولي المحسن (دراسة), الكويت, 2009, ص 123 ولغاية144.

باستخدام الرؤوس التقليدية[9].

**ثالثا: عمليات الاستخلاص البترولي المحسن باستخدام التقنيات المتطورة:-** يتوقف إنتاج المكمن بطاقته ألطبيعية بفعل النضوب المكمني، فيتوجب إضافة طاقة إضافية للمكمن لزيادة مردوده النفطي ، وإن استخدام إحدى طرق التطوير، سوف تؤدي إلى زيادة الإنتاج التراكمي للمكمن، ومن هذه الطرق [10]:

**زيادة عدد آبار الإنتاج او زيادة كثافة شبكة الآبار** او**التحميض** او عمليات **التشقق الهيدروليكي** فضلا عن **الافاضة بالمياه ألمعالجة** او **حقن الغازات** مثل: الغازات ، $CO_2$ ، $N_2$ ، والعوادم[11]، او باستخدام **الطرق الحرارية** : التي تعتمد على رفع حرارة المكمن لتخفيض لزوجته بمقدار من مرتبة(10 او 50 او100) عن اللزوجة السابقة لتساعد على تحريك النفط بسهولة اكثر، فحقن البخار يساهم في رفع معامل الاستخلاص الى 20% عما كان فيه مستوى الانتاج[12]، وهنالك ايضا **الطريقة الجرثومية**، ويلجأ إليها كمرحلة أخيرة وهي تعتمد على إطلاق بكتيريا معينة في الطبقة المنتجة، وتغذيتها بمواد خاصة حيث تستطيع البكتيريا القيام بكل ما سبق، والحرارة الناتجة عن التخمر تنقص زوجة النفط، وتؤدي الى زيادة الإنتاجية[13]، فضلا عن ذلك هنالك **طرق حديثة اخرى**، كالقذف الإلكتروني النبضي – باستخدام الليزر، وتستخدم هذه التكنولوجيا لإيقاف تهالك الحقول وأعاده الحياة إلى المتوقف منها، فهذه التكنولوجيا ضرورية جدا لعمليات إصلاح الحقول[14]، سيما وان (25%) من الاحتياطيات النفطية يمكن انتاجها عبر الانتاج الاولي، بمساعدة الضغط المكمني الاولي، واما (20%) من الاحتياطي النفطي المتبقي فيمكن استخراجه عبر الافاضة بالمياه او اعادة تدوير الغازات، والحفر الافقي وما تبقى من الاحتياطيات النفطية، والذي يشكل 10% يمكن انتاجها باستخدام الطرق الحرارية او الطرق الكيمياوية والطرق الاخرى، وهو ما يدعى بالإنتاج الثالثي[15] وكلها تقع ضمن استخدام التقنيات في زيادة الانتاج النفطي، وبنظرة بسيطة الى الجدول رقم (1) سنجد ان الانتاج النفطي العالمي في نزايد مستمر وان الاحتياطي النفطي في تزايد مستمر ايضا، ولكن نجد ان الانتاج النفطي في بلدان خارج اوبك يتزايد بنسبة اكبر من بلدان اوبك النفطية، وهذا عائد الى استخدام التكنولوجيا المحسنة في الانتاج النفطي. بينما نجد ان الاحتياطي النفطي لبلدان اوبك، هو في تقدم مستمر ويتعزز وجودة، ومع كون الاحتياطيات النفطية لدول اوبك تؤلف حوالي (80%) من الاحتياطي العالمي للنفط كما مبين في الجدول (1) ومع ذلك فان انتاجها النفطي لا يتجاوز (43%) ويعود ذلك لتخلف

**الطريقة الجرثومية, ويلجأ إليها كمرحلة أخيرة وهي تعتمد على إطلاق بكتيريا معينة في الطبقة المنتجة**

(9) تركي الحمش، صيف، تقنيات الحفر (دراســة)، منشورة في مجلة النفط والتعاون العربي، ال عدد126, مجلد 34 ,2008, ص 33 وما بعدها.

(10) وكالة الطاقة الدولية، ادخار الموارد: تقانات النفط والغاز من اجل اسواق الطاقة، ترجمة مظهر بايرلي، ط1,مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، المنظمة العربية للترجمة، الرياض، بلا سنة، ص 79 وما بعدها.

(11) ادارة الشؤون ألفنية، الاقطار العربية المصدرة للبترول(اوابك)، الاستخلاص البترولي المحسن (دراسة)، الكويت, 2009 , ص33.

(12) المصدر السابق نفسه، ص67.

(13) وكالة الطاقة الدولية، ادخار الموارد، المصدر السابق، ص 95.

(14) وكالة الطاقة الدولية، ادخار الموارد، المصدر السابق، ص 95

(15) ادارة الـشـؤون الفنية، الاستخلاص البترولي المحسن (دراسة)، مصدر سابق، ص7.

التكنولوجيا المستخدمة لدى تلك البلدان النفطية مقارنة بمثيلاتها من البلدان المنتجة للنفط من خارج اقطار اوبك.

**جدول (1) الانتاج والاحتياطي العالمي للنفط والجهات المساهمة فيه لسنوات مختلفة للمدة 9791 - 0202**

| السنوات | انتاج واحتياطيات واستهلاك العالم | | | | منظمة اوبك | | الدول خارج اوبك | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | الانتاج | الاحتياطي* | الاستهلاك | الانتاج | الاحتياطي* | النسبة% | الانتاج | النسبة% | الاحتياطي* |
| 1979 | 62.774 | 635.275 | 64.17928 | 30.511 | 435.556 | 68.6 | 32.262 | 51.4 | 200.719 |
| 1985 | 52.542 | 767.061 | 59.39149 | 14.933 | 535.798 | 69.9 | 37.575 | 71.6 | 231.934 |
| 1992 | 59.081 | 1.009.774 | 67.43228 | 23.850 | 773.702 | 76.6 | 35.963 | 60.1 | 236.072 |
| 1997 | 62.924.1 | 1.052.508 | 73.9085 | 26.527.1 | 806.080 | 76.6 | 36.397.0 | 57.8 | 246.771 |
| 2003 | 67.221.1 | 1.169.804 | 79.90971 | 28.187.9 | 904.575 | 77.3 | 39.003.2 | 58.1 | 264.905 |
| 2008 | 71.773.6 | 1.292.280 | 84.81446 | 32.075.4 | 1.023.394 | 79.2 | 39.698.2 | 55.3 | 268.886 |
| 2012 | 72.642.5 | 1.478.753 | 88.60722 | 33.188.1 | 1.204.121 | 81.4 | 39.454.4 | 54.3 | 274.632 |
| 2018 | 74.688.0 | 1.485.762 | 97.2648 | 32.650.0 | 1.344.189 | 81،6 | 42.088.0 | 56.3 | 141.573 |
| 2019 | 75،242.9 | 1،546،024 | 97.59832 | 29،375.3 | 1،232،808 | 79.7 | 45،867.5 | 61 | 313216 |
| 2020 | 69،093.3 | 1،548،652 | 88.47736 | 25،654.0 | 1،236،895 | 79.9 | 43،439.3 | 62.9 | 311.757 |

**(*) - الاحتياطي محسوبا بمليارات البراميل النفطية والاستهلاك محسوبا بملايين البراميل)**

**المصدر: اعد الجدول من قبل الباحث بالاعتماد على: - Opec، Annual Statistical Bulletin لسنوات متعددة**

فضلا عن ذلك نجد ان هنالك استقرارا في الاستهلاك النفطي في العالم وذلك يعود الى التكنولوجيا التي قللت من الهدر في الاستهلاك، رغم أن هنالك شبه انفجار سكاني على سطح الارض فضلا عن ذلك الثورة الصناعية والنمو الاقتصادي المسارع التي قامت بها العديد من بلبلدان الشرق الاوسطية كبلدان النمور السبعة [16(*)] خلال السنوات العشرين الماضية وزيادة النمو الاقتصادي والاستثماري فيها وزيادة المستوى المعاشي لهذه البلدان والذي يتطلب زيادة في الاستهلاك النفطي لكننا نرى أن الاستهلاك النفطي يشهد استقرارا واضحا من خلال مراقبة حقل الاستهلاك في جدول رقم (1) ويعود ذلك لمستوى التقنيات المستخدمة في التنمية وفي الاجهزة التي تعمل على اليات واطئة الاستهلاك للطاقة والتي قللت كثيرا من الاستهلاك النفطي للسنوات الماضية.

.

## المطلب الثاني: دور التكنولوجيا في انتاج النفط غير التقليدي:(النفط الصخري في أمريكا والسَجيل في كندا)

تعد الولايات المتحدة المستهلك الاكبر للطاقة، وتعتمد استراتيجيتها في توفير الطاقة على الانتاج المحلي، فضلا عن الاستيراد من منافذ مختلفة، فزادت من

(16) النمور الاسيوية الاربع : هو لقب اقتصادي يطلق على دول ( تايوان، سنغافورة، هونغ كونغ وكوريا الجنوبية) سميت بهذا الاسم لتحقيقها معدل نمو اقتصادي كبير وتصنيع سريع خلال 30 عاما الفترة ما بين الستينيات والتسعينيات, و تحولت هذه البلدان إلى بلدان متقدمة صناعيا واقتصاديا وساعدت في نمو اقتصادات بعض الدول الآسيوية المجاورة لها لتصبح سبعة نمور بدل اربع بعد انضمام دول :( ماليزيا – اندونيسيا – الفلبين للمجموعة )
اصابت هذه الاقتصاديات ازمة سنة 1997 سميت بأزمة الاسيان. وكان الخطر ان تصبح ازمة عالمية. تدخل صندوق النقد الدولي بمنح مبالغ مالية وصلت الى 40 مليار دولار. وهيكلة مصارف ومؤسسات مالية وشركات واعلان افلاس اخرى وهيكلتها كما اسهمت باصلاحات سياسية في انظمة الحكم بالأخص في اندونيسيا عانت الدول لمدة عامين

عمليات البحث وتطوير وسائل التنقيب والتكنولوجيا المستخدمة في الاستخراج، وتعد امريكا الشمالية صاحبة السبق في بناء ثلاثة متغيرات رئيسية في الصناعة ألنفطية، فالمتغير الاول هو الاستكشاف والإنتاج من مناطق المياه العميقة، اما المتغير الثاني فهو انتاج وتكرير النفط من رمال السجيل، والمتغير الثالث حاليا هو انتاج النفط والغاز الصخري، الذي احدث هزة عنيفة في مستوى المعروض النفطي العالمي، ولعب دورا مهما في التأثير على مستوى الاسعار النفطية، فهبطت الاسعار في الربع الاخير من العام 2014 كثيرا عن مستوياتها في العام 2012-2013، فتأثرت ايرادات البلدان المنتجة للنفط التقليدي بشكل ملموس.

من العجز والركود والافلاس حتى سنة 1999 تم الخروج من الازمة لتنطلق هذه المجموعة في النمو السريع بالإنتاج الصناعي وارتفاع الصادرات والتجارة الخارجية https://hathalyoum.net/articles

**تعد الولايات المتحدة المستهلك الاكبر للطاقة**

**انتاج واستهلاك النفط الصخري في العالم**

تعد أمريكا الشمالية المنطقة المنتجة الرئيسية للنفط الصخري في العالم، وإن تطويره يحظى بدعم السياسة الاستراتيجية الأمريكية[17]، في محاولتها لتحقيق الاكتفاء الذاتي ألنفطي، وقد تجسدت ثورة النفط الصخري في الولايات المتحدة في ولايتين منتجتين للنفط، هما تكساس ونورث داكوتا، اللتان شهدتا زيادة كبيره في الانتاج منذ عام 2009، وهما الان المصدر الرئيس لحوالي(90%) من نمو الاحتياطيات النفطية في الولايات المتحدة[18]،

(17) فؤاد قاسم الامير، النفط الصخري واسعار النفط والموازنة العراقية، دار الغد، ط1, بغداد, 2016 , ص 61. وايضاً: زهير حـامـدي، النفط في الولايات المتحدة: ثورة في الأفق (دراسة)، المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات، الدوحة. 2015 ,

**جدول (2) انتاج الولايات المتحدة الامريكية من النفط الصخري للمدة من 2000 -2021**

**مليون برميل يوميا**

| سنة الانتاج | 2000 | 2006 | 2008 | 2012 | 2014 | 2016 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| كمية الانتاج | 0.5 | 0.24 | 0.34 | 1.31 | 3.2 | 4.8 | 7.5 | 8.1 | 9.1 | 9.8 |

**المصدر: تم اعداد الجدول بالاعتماد على: منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول (اوابك)، التطورات البترولية في الاسواق العالمية والدول الاعضاء، الكويت، اعداد متنوعة.**

(18) منظمة الاقـطـار العربية المصدرة للنفط (اوابـك)، واقع وافـاق صناعة النفط والغاز الطبيعي غير التقليدية في اميركا الشمالية وانعكاساتها على الدول الاعـضـاء (دراســة)، الكويت ،2012, ص 58.

تصاعد انتاج النفط الصخري في العالم منذ العام 2012 فبلغ حوالي (3،63) مليون برميل يوميا، كانت حصة الولايات المتحدة منه (2،20) مليون برميل يوميا وبنسبة (83،7%)، وبدأت تتصاعد كمياته، حتى وصلت في العام 2021 الى حوالي (9.8) مليون برميل يوميا، ينظر الشكل (1).

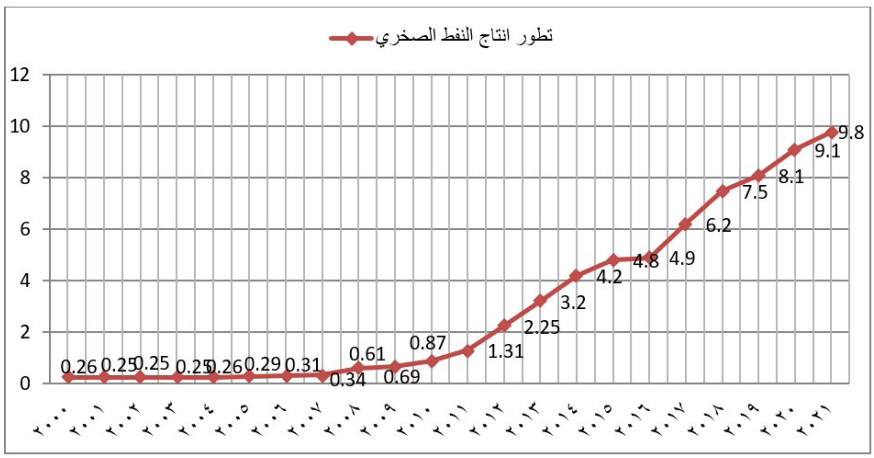
أدى استخدام التكنولوجيا المتطورة الى رفع قدرة الولايات المتحدة الامريكية في انتاج النفط التقليدي، فضلا عن التوسع في انتاج النفط الصخري، وهو ما ادى بالنتيجة إلى ارتفاع الانتاج الكلي من النفط للولايات المتحدة من (5) ملايين برميل يوميا عام 2008 إلى ما يقارب (12.289) مليون برميل يومياً في سنة 2019، كما في الشكل رقم (2)، منها ما يقرب من (9.1) مليون برميل من النفط الصخري.

(19) Opec, Annual Statistical Bulletin,2021.p54.

وهو ما خفض واردات الولايات المتحدة الامريكية النفطية إلى حوالي (6.790) مليون برميل يومياً عام 2019[19]، وجعلها دولة شبه مكتفية من النفط، بل وترغب في التحول إلى دولة مصدرة له. ومع ارتفاع انتاج الولايات المتحدة الأمريكية من النفط

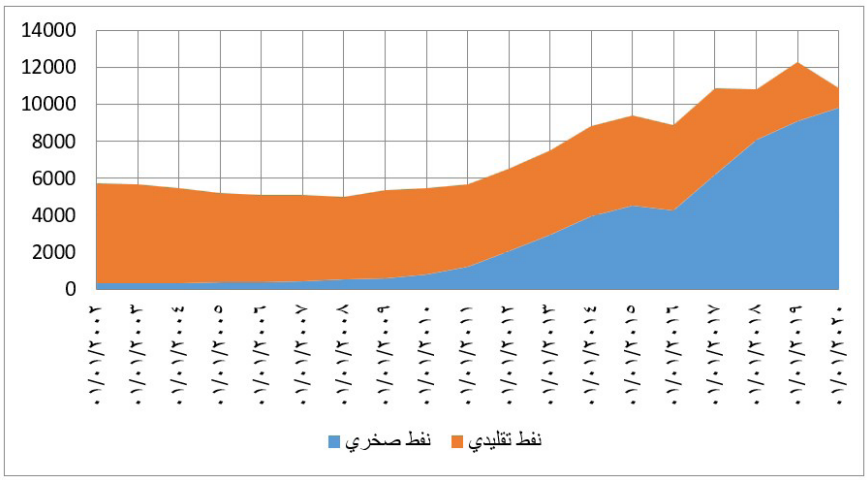
نتيجة لثورة النفط الصخري، ووصوله إلى مستويات مقاربة لإنتاج السعودية وروسيا وهما أكبر المنتجين العالميين للنفط، ومع تباطؤ النمو الاقتصادي العالمي، صار النفط الخام الأمريكي يشكل تهديداً حقيقياً لحصة البلدان المصدرة له وعلى رأسها السعودية وبلدان أوبك الأخرى[20]،

(20) محمد الكوخي، مستقبل الصراع على اسواق الطاقة بين النفط الخام والصخري، مركز الجزيرة للدراسات، متوفر على الرابط .studies aljazeera.net/ar/reports /2017/03/170321084829470. html (اخر زيارة في 2017/3/26.




**شكل (1) مخطط تطور الانتاج النفط الصخري في الولايات المتحدة للسنوات 2000-2021 مليون برميل يوميا**

**المصدر: تم اعداد الشكل بالاعتماد على: منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول (اوابك)، التطورات البترولية في الاسواق العالمية والدول الاعضاء، الكويت، اعداد متنوعة.**




**شكل (2) انتاج النفط في الولايات المتحدة الأمريكية للسنوات (2002- 2020)**

**المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد** على المصدر السابق في الشكل (1)

**Energy Information Administration EIA, "Crude Oil Production," accessed-**

**.on 28/2/2017, at http://bit.Iy/I tk6kUJ**

**-Opec, Annual Statistical Bulletin,2021.p21,26**

إذ تشير التقديرات المستقبلية لانكماش صافي النفط المستورد، لحساب السوق المحلية الأمريكية بنحو (0،5%) سنوياً، ومن المؤمل أن يصل إلى(6،1) مليون برميل يومياً في عام 2025، نتيجة لارتفاع الانتاج المحلي إلى(14،4) مليون برميل يوميا عام 2025، مقابل (12،5) مليون برميل عام 2015، ويعزى ذلك إلى زيادة المعروض النفطي المحلي الامريكي من النفط الاحفوري والصخري، وسوائل انتاج المصانع من الغاز الطبيعي من (4،5) و(4،8) و(3،2) مليون برميل يومياً عام 2025، إلى(5،0) و(5،3) و(4،1) مليون برميل في العام 2025 على التوالي[21].

(21) جمال قاسم حسن، يوليو، 2015، النفط والغاز الصخرين وأثرهما على اسواق النفط العالمية، صندوق النقد العربي، (دراسة)، ص12.

**استخراج وتكرير الرمال النفطية (السجيل)**

التطورات التقنية جعلت استخراج وتكرير الرمال النفطية مجديا اقتصاديا، مما جعلت من كندا الدولة الاولى في انتاجه وتصديره، فتجاوز معدل انتاجها من النفط الرملي في عام )2020 (3.195مليون برميل يوميا، ويقدر مجلس الطاقة الكندي احتياطيات كندا من النفط الرملي بحدود (174) مليار برميل[22]،ومن الجدول رقم (2) نلحظ أن انتاج النفط الرملي أخذ يتصاعد، فبينما كان انتاج كندا من النفط(1،32) مليون برميل يوميا عام 2007، وصل عام 2020 الى حوالي(3.195) مليون برميل يوميا ، متجاوز انتاجها من النفط الاحفوري التقليدي الذي بلغ عند العام 2013 بحدود(1،30) مليون برميل، بسبب التقدم التكنلوجي الذي قلل الكلف وزاد الكميات المنتجة منه.

**التطورات التقنية جعلت استخراج وتكرير الرمال النفطية مجديا اقتصاديا**

(22) احمد بن محمد السياري، يوليو، نظرة عامة على اهم مصادر الطاقة غير التقليدية (ورقة عمل)، ادارة الابحاث الاقتصادية، مؤسسة النقد العربي السعودي, 2015، ص11.

**جدول (3) انتاج كندا من النفط التقليدي والصخري للسنوات (2007-2020)**

**مليون برميل يوميا**

| السنوات | 2007 | 2010 | 2013 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| النفط التقليدي | 1،17 | 1،09 | 1،30 | 1.454 | 1.541 | 1.676 | 1.750 | 1.745 |
| النفط الرملي | 1،32 | 1،62 | 2،09 | 2.400 | 2.646 | 2.913 | 3.018 | 3.195 |
| الاجمالي | 2،49 | 2،70 | 3،38 | 3.854 | 4.187 | 4.589 | 4.768 | 4.940 |

**المصدر: احمد بن محمد السياري، نظرة عامة على أهم مصادر الطاقة غير التقليدية (ورقة عمل)، ادارة الابحاث الاقتصادية، مؤسسة النقد العربي السعودي، يوليو، 2015، ص11.**

**Sours: https://www.capp.ca/wp- content/uploads/2019/11/2019_Crude_**

**Oil_Forecast_Markets_and_Transportation-338794.pdf**

ان التكنولوجيا المتطورة ساعدت على معالجة التجمعات البترولية الصخرية ورمال القار، وخفضت من كلف انتاج هذه التجمعات ودفعتها الى واجهة المنافسة مع النفط التقليدي، بعدما كانت هذه التجمعات والانواع من النفط غير ذات قيمة

الى وقت قريب في عالم النفط ، لذلك فان كميات النفط الثقيل والاشكال الاخرى من النفط الصخري في فنزويلا والرمال الاسفلتية في كندا والتشكيلات البتيومية والنفط الصخري في الولايات المتحدة هي ذات حجم اسطوري، ويمكن بواسطة التقنيات النفطية المتطورة ان ينتج منها نفط تقليدي يعادل عمليا كل الاحتياطيات النفطية المعروفة في الشرق الاوسط ، وفي الافق المنظور فان حوالي (600 ) مليار برميل من هذا النوع من النفط يمكن انتاجها من حيث المبدأ، وهو ما يعادل ((15% من الاحتياطي المعروف من البترول التقليدي، وهذا يعني اضافة(25-20) سنة اضافية من البترول المتاح على اساس وتائر الاستهلاك الحالية[23]، وأجبر تزايد انتاج النفط الصخري في الولايات المتحدة وتخفيضها لواردتها النفطية من دول الخليج بدءاً من عام 2013[24]، إلى اعادة رسم خارطة الاستهلاك النفطي والبحث عن اسواق أخرى، وإعادة توجيهه نحو الاسواق الاسيوية، وهو ما اشعل المنافسة بين البلدان المنتجة تجاه تلك الاسواق، وهو ما وسع من خيارات مصادر التجهيز إزاء المستهلكين وألقى بظلاله على دول الانتاج.

**ضيقت التقنيات الفجوة الموجودة في تكاليف الانتاج بين منتجي النفط في الخليج العربي، والاقاليم الغربية**

لقد ضيقت التقنيات الفجوة الموجودة في تكاليف الانتاج بين منتجي النفط في الخليج العربي، والاقاليم الغربية مثل خليج المكسيك بالولايات المتحدة الأمريكية وبحر الشمال، فبينما أدى نقص الخبرة وعدم كفاية الاستثمارات الى رفع كلفة انتاج برميل النفط في دول الخليج من (10،0- 5،0) دولار أمريكي في السبعينات الى (2-3) دولار حالياً، في حين هبطت كلفة الانتاج في حقول الولايات المتحدة الأمريكية وبريطانيا الى(4-7) دولار بعد أن كانت(12-15) دولار في العقد الماضي، بفعل الخبرة والتكنولوجيا بحسب ما أوردته مراكز دراسات الطاقة الدولية (CGES) ومجموعه معلومات الطاقة[25]، يتضح لنا ان التكنولوجيا التي انتجتها العقول العلمية قد غيرت من خارطة الهيمنة النفطية لبلدان منظمة اوبك طيلة العقود الماضية ، وابعدت شبح النضوب النفطي التي بشرت بها نظرية هيوبرت في سبعينيات القرن الماضي.

## المبحث الثاني

## دور التكنولوجيا في خفض الطلب النفطي

من المعلوم ان استهلاك الطاقة يكون في مواضع كثيرة ولكن أكثر القطاعات استهلاكا للطاقة هي القطاعات الصناعية والتجارية وقطاع النقل وقطاع توليد الطاقة الكهربائية لذلك سنركز بحثنا على هذه القطاعات، ونحاول ان نرى أثر التكنولوجيا في تقليل استهلاك النفط او تغيير نهج ذلك الاستهلاك. من خلال ثلاثة اقسام رئيسية.

(23)- منذر ماخوس، دور التطور التكنولوجي في تنويع مصادر الطاقة والأسعار المصدر السابق، ص82.

(24) - منظمة الاقطار العربية المصدرة للنفط (اوابك)، واقع وافاق صناعة النفط والغاز الطبيعي غير التقليدية في اميركا الشمالية وانعكاساتها على الدول الاعضاء، المصدر السابق، ص155.

(25)- ايمي مايز جافي، الاسعار مقابل حصص السوق لدول الخليج العربي المنتجة للنفط، هل تراجح احتياطيات نفط قزوين كفة الميزان، بحث ضمن كتاب، مصادر الطاقة في بحر قزوين-الانعكاسات على منطقة الخليج العربي، مركز دراسات الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، ط1، ابوظبي، 2001 , ص202.

**خفض مستويات استخدام النفط في توفير الطاقة في قطاع الصناعة والتجارة:**

ترجع أهمية كفاءة الطاقة لكونها تساعد على تقليل الهدر في استخدامها، وفي ابطاء معدلات النمو في الطلب العالمي عليها، ولقد تضمنت معظم سياسات الطاقة في الدول الصناعية اجراءات لترويج كفاءة الطاقة، وفي كافة القطاعات الاقتصادية الرئيسية ، من خلال التحسن الكبير في مستوى الكفاءة في استخدام الطاقة عموماً والنفط خصوصاً، حيث استطاعت الدول الصناعية تخفيض مستوى استهلاك الطاقة النهائي في القطاعات الصناعية بحدود( 15%) سنويا بين عامي 1990-2007 [26]، وفي محطات توليد الكهرباء تحسنت كفاءة التوليد لتصل الى أكثر من( 65%)، بعد أن كانت في حدود( 30% ) نتيجة استخدام تكنولوجيا الدورة المركبة[27*] في التوربينات الغازية، مما أدى الى تقليل الفاقد في الطاقة، واستخدام مواد متطورة في بناء المصانع زاد من كفاءة الصناعات بحدود (30%)، ففي صناعة الحديد والصلب بلغت تكلفة استهلاك الطاقة نحو(40%) من أجمالي التكلفة وأمكن خفضها الى( 30%)[28]، اذا انخفض معدل الاستهلاك النوعي للطاقة في القطاع الصناعي للدول الاوربية، خلال المدة 1980-1990 بنسبة( 28% ) في النمسا و(34%) في المانيا و(28%) في ايطاليا، أما في اليابان فقد تحسنت الكفاءة الى (35%)[29].

**ترجع أهمية كفاءة الطاقة لكونها تساعد على تقليل الهدر في استخدامها،**

وادت تكنولوجيات الاضاءة عالية الكفاءة الى خفض استهلاك الطاقة في المباني التجارية والمنازل والشوارع، وتولي الدول الصناعية أهمية كبيرة لعنصر كفاءة الطاقة، وتعده اجراءٌ واعدا يمكنه خفض معدلات الاستهلاك بحدود ( 65%) بحلول عام 2030 [30] ،وتهدف هذه البرامج لتقليل اعتمادها على النفط الاحفوري.

**2 - رفع كفاءة معدل خفض استهلاك الوقود في قطاع النقل: -**

ويمثل الوقود المستخدم في النقل البري حوالي ( 75% ) من اجمالي الطاقة المستهلكة في العالم، ويمثل البنزين والديزل معا(97%) من الطاقة المستخدمة في قطاع النقل، ويعتمد قطاع النقل الجوي على النفط بنسبة (99،9%) من وقود المحركات النفاثة، ويستخدم النقل البحري المشتقات النفطية بنسبة تقرب من ( 100%)، واما قطاع السكك الحديدية فكان اكثر نجاحا في التخلص من النفط ويعود ذلك الفضل الى استخدام الكهرباء في تشغيل تلك القطارات ، ومع ذلك فان قطاع النقل العالمي لايزال يعتمد في (71%) منه على الديزل في تغطية احتياجاته من الطاقة، ولا تغطي الطاقة الكهربائية من استهلاك النفط سوى (29%) منه[31].

**وادت تكنولوجيات الاضاءة عالية الكفاءة الى خفض استهلاك الطاقة في المباني التجارية والمنازل والشوارع**

وتتخذ بلدان العالم المتطور سلسلة من الاجراءات الكفيلة بتخفيض النفط في

(26)- علي رجب، مستجدات سياسة الطاقة في الدول الصناعية وانعكاساتها على الدول الاعضاء في اوبك، مجلة النفط والتعاون العربي، العدد 138، الكويت ،2011، ص31.

(27)* - الدورة المركبة: هي استخدام غازات العادم المنبعثة من التوربين الاول في تحريك مولد كهرباء يدور بطريقة مغايرة للأول وبذلك تتضاعف القدرة على التوليد للطاقة والاستفادة من غازات العادم بدلاً من هدرها تذهب هباءاً بدون فائدة كما في التوربينات القديمة.

(28) - ابراهيم عبد الجليل، التغيرات المناخية وقطاع الاعمال- الفرص والتحديات، مجلة عالم الفكر، العدد (2)، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب – الكويت، ديسمبر 2008 , ص 143.

(29) - محمد قرضاب، ترشيد استخدام الطاقة في القطاع الصناعي في الدول العربية، مجلة النفط والتعاون العربي، العدد/120، الكويت، شتاء 2007, ص 130.

(30) -Exxon Mobil, 2010, Energy Efficiency,http://www.exxonmbil.com/Corparate/energy.

(31) - اوليفيية ايبير، سياسات ترشيد الوقود في قطاع النقل وانعكاساتها على الطلب العالمي على النفط، بحث ضمن كتاب (عصر النفط والتحديات

قطاع النقل، ويعتقد الكثير من المراقبين ان السيارات الهجينة والكهربائية ستلعب دورا رئيسيا في المستقبل، ويتوقع دويتشة بنك ان حوالي (25%) من تلك السيارات الجديدة الهجينة والكهربائية في الولايات المتحدة الامريكية ستكون في العام 2020 ، وان نصف السيارات الخفيفة في الصين سيكون كهربائيا او هجينا ايضا بحلول ألعام 2020، وتتوقع ادارة معلومات الطاقة زيادة حصة مبيعات السيارات من هذه الانواع الى( 49% ) عام 2035 مقارنة ب(13%) للعام 2008 [32]، ومنذ العام 1980 شهدت كفاءة استخدام الوقود تحسنا في جميع دول مجموعة وكالة الطاقة الدولية (EIA)، حيث ارتفعت بمعدل( 20%) في مخزون السيارات ككل[33]، ويعمل صانعو السياسة في العالم لزيادة معايير كفاءة استخدام الطاقة فيها، ففي الولايات المتحدة الأمريكية جعلوا من السيارة تسير(35.5)ميل-غالون، ويبذل مهندسي انتاج السيارات قصارى جهودهم لتقليل استهلاك الطاقة، عبر مجموعة من الخطوات، منها تصميم محركات أكثر حداثة من تلك الموجودة حالياً في الخدمة، لتقليل استهلاك الوقود بنسبة (10%)،ويمكن أن يصل الى( 15%)، وتجرى حالياً تصميمات أكثر حداثوية في المحركات لربح استهلاك الوقود بنسبة (10- 15%)، وقد يصل مستوى تحسين الكفاءة في محركات البنزين من (20-30% ومحركات الديزل من(10- 15%)[34]، كما أن ابتكار المحرك الهجين الذي يستعمل البطاريات علاوة على الوقود سيخفض من استهلاك البنزين للميل الواحد بنسبة( 150%)، وسيقود من دون شك الى تغيير جذري في استهلاك البنزين[35].

**يحتل الغاز الطبيعي دوراً متزايداً في تأمين احتياجات العالم من الطاقة**

**3 - الاستثمار في البدائل عن النفط لخفض الحاجة اليه في انتاج الطاقة الكهربائية:**

**أولاً: المصادر المستنفذة أو الناضبة:**

وهي على التوالي الغاز، والفحم، والطاقة النووية، نفط السجيل أي الرمال النفطية

**الغاز الطبيعي :-** يحتل الغاز الطبيعي دوراً متزايداً في تأمين احتياجات العالم من الطاقة، اذ أن (14%) من استهلاك الغاز في الولايات المتحدة الأمريكية يستخدم في توليد الكهرباء، وهناك( 272) معملاً لا نتاج الكهرباء هي في طور الانشاء ومخطط لها أن تعمل على وقود الغاز، لأن شركات التوليد تفضله على الفحم والنفط والوقود النووي لأن الرساميل الموظفة فيه أقل من غيرها ومدة بنائها اقصر والمولدات أكثر فاعلية[36]،ومن الواضح أن الغاز الطبيعي سيكون مصدر الطاقة المسيطر في القرن الحادي والعشرين (شكل-4)، لكونه يتوافق مع تقنيات الجيل المتقدم من التوربينات الغازية ذات الدورة المختلطة، وقد تضاعف استخدامه في توليد الطاقة الكهربائية على حساب تخفيض كميات النفط في التوليد، كما تظهره الاشكال التالية

وعند المقارنة بين شكل رقم (3) و(4) نرى بوضوح كيف ان التكنولوجيا غيرت من مستويات استخدام النفط في انتاج الطاقة الكهربائية فقد كان النفط يمثل (25%) من

الناشئة)، مركز الامارات والبحوث الاستراتيجية، ط1, ابـو ظبي, 2011, ص372.

(32) -US. Energy Information Administration(EIA). Annual Energy Out lock 2010. .

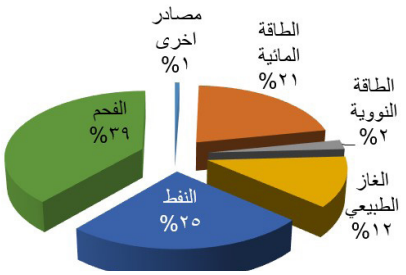
(33)- للحصول على اخر الابتكارات التقنية وقطاع النقل، يراجع بحث بسام فتوح، ديناميات الطلب العالمي وانعكاساته على الدول المنتجة في الشرق الاوسط، بحث مقدم ضمن كتاب عصر النفط "التحديات الناشئة"، مصدر سابق الذكر، ص82 وما بعدها والجدول الملحق بذلك.

(34) - اوليفيية ايبير، سياسات ترشيد الوقود في قطاع النقل وانعكاساتها على الطلب العالمي على النفط، مصدر سابق الذكر، ص-376 380.

(35) - فاضل الجلبي، تقلبات اسعار النفط في السوق العالمي، الأسباب والأثار على اقتصادات البـلـدان المنتجة للنفط في الاسـكـوا، دار الكنوز الادبية، بيروت, 2001, ص43.

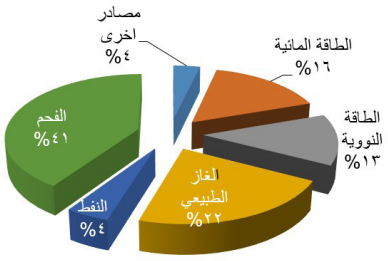
(36) - جيرمي ريفكن، اقتصاد الهيدروجين بعد نهاية النفط – الثورة الاقتصادية الجديدة، ترجمة ماجد كنج، مؤسسة محمد بن راشد ال مكتوم، دار الفارابي، ط1، بيروت،2010، ص211.

الوقود المنتج للطاقة الكهربائية في عام 1973 انخفض الى نسبة (6%) من الوقود المسؤول عن انتاج الطاقة الكهربائية عند العام 2017 وشكل نسبة انخفاض مقدارها (19%) وهي نسبة عالية جدا، لصالح الغاز الطبيعي الذي ازداد الى الضعف فقد كان يشكل (12%) عام 1973 وارتفع الى (21%) في العام 2017 اي بمقدار (11%) عما كان علية عام1973.




**شكل(٣) النسبة المؤية لمساهمات انواع الوقود في انتاج الكهرباء في العالم للعام ١٩٧٣**

**المصدر: International Energy Agency (IEA) World Energy Outlook,٢٠١٣.**




**شكل (٤) النسبة المؤية لمساهمات انواع الوقود في انتاج الكهرباء في العالم للعام ٢٠١٧**

**المصدر: International Energy Agency (IEA) World Energy Outlook,٢٠١٨.**

**الفحـــم: -**

لايزال الفحم يستخدم لتوليد حوالي(40%) من أجمالي الطاقة الكهربائية عالمياً رغم المخاوف البيئية، لكنه يبقى أحد مصادر الطاقة الرئيسة لتوافر احتياطاته واستمرار التقنيات الحديثة في رفع كفاءته في توليد الكهرباء[37] .

إن استعمال الفحم يسمح للولايات المتحدة الأمريكية بتغطية (23%) من حاجتها للطاقة الأولية[38]. وحالياً تأتي(55%) من الطاقة المنتجة في هذا البلد من معامل توليد تعمل على وقود الفحم[39].

**الطاقة النووية**

وتأتي الدول الصناعية في طليعة الدول المنتجة للطاقة من هذا المصدر، حيث يصل انتاجها الى( 85%) من اجمالي الطاقة المنتجة منه، وبذلك ارتفعت نسبة الطاقة النووية في مزيج الطاقة العالمية من(3%) عام 1973 الى(4،9%) عام 2019 [40]، وكما يظهر في الشكل (5) وكذلك الشكل(6) الذي نشاهد فيه أن هنالك تراجع كبير وانخفاض واضح في مساهمة النفط في مزيج الطاقة العالمي، فقد انخفضت مساهمة النفط فيها من(44%) عام 1980 الى (31،3% ) عام 2019، فضلا عن ارتفاع نسبة مشاركة الطاقات المتجددة في مزيج الطاقة العالمي من(11%) عام 1980الى (13،1%)عام 2019، أي بزيادة قدرها (2،1%) بينما هنالك زيادة طفيفة

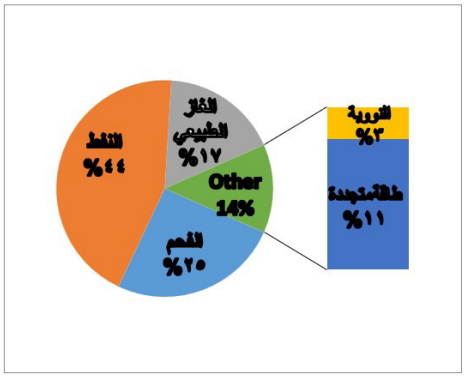
(37) - حسن عصمان، مصادر الطاقة غير البترولية وتأثيرها على البيئة، النشرة العلمية، مركز البحث والتطوير النفطي في وزارة النفط، العدد (4)، بغداد، 2009, ص37.

(38)-"The Energy Information Administration (EIA) Recently Updated the Energy", July 2001, Electrical World. Vol.215, No.4.p .14.

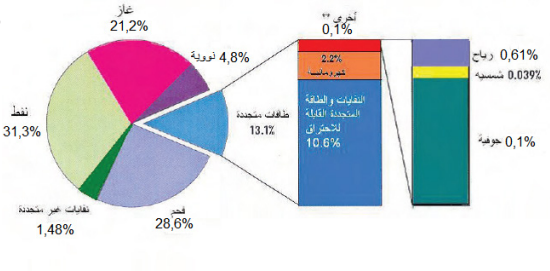
(39) Ruth, Lawrence A."Advanced coal-Fired power plants". March 2001. Journal of Energy Resources Technology. Vol.123 .p.4.

(40) -EIA, international energy agency, key world energy statistics, 2019, p.6.

لمشاركة الفحم في مزيج الطاقة فارتفعت نسبة مشاركته من (25%)عام 1980 الى نسبة (28،6%) عام 2019 أي بزيادة قدرة (3،6%) اما الطاقة النووية فارتفعت مشاركتها في مزيج الطاقة العالمي بمقدار (1،8%) حيث كانت مشاركتها عام 1980 فازدادت بمقدار(3%) وتحولت الى (4،8%) وكل هذه الزيادات حدثت على حساب النفط الاحفوري.




**شكل (٥) النسب المؤية لمساهمات انواع الوقود من اجمالي امدادات الطاقة الاولية في العالم ١٩٨٠**
**Source: IEA, World Energy Investment Outlook, 2014, p.74.**




**شكل (٦) النسب المؤية لمساهمات انواع الوقود من اجمالي امدادات الطاقة الاولية في العالم ٢٠١٩**
**Source: EIA ,international energy agency, key world energy statistics, 2019, p.6**

**ثانياً: المصادر المتجددة:**

وهي مصادر الطاقة النظيفة التي لا ينتج عنها أي انبعاثات مثل الطاقات المتجددة كالشمس والرياح وطاقة باطن الارض والمد والجزر، وبدائل الوقود المنتج من الكتلة الحيوية مثل انتاج الكحول من قصب السكر والذرة، وتعتبر البرازيل أكبر دولة في العالم في انتاج واستخدام الايثانول الحيوي، ويبلغ انتاجها حوالي( 4،5) مليار غالون سنوياً، حينما استخدم وقوداً للسيارات بعد خلطه بالبنزين بنسب مختلفة، وبعد أن أمكن ذلك بسبب التطور التكنولوجي في صناعة المحركات، فمن بين كل عشر سيارات تسير الآن في شوارع البرازيل، فأن ثمانية منها تعمل بوقود الايثانول، حتى أن نسبة هذه السيارات قد بلغت( 62% ) من جملة مبيعات السيارات الجديد منذ العام 2005 [41]، وتسهم الطاقة المتجددة بحوالي(13% ) من حجم الاستهلاك العالمي من الطاقة عام 2016 (شكل رقم10)، وهي نسبة مرتفعة بالمقارنة بعقد السبعينات من القرن الماضي، حيث أن (72%) من أجمالي الطاقات

(41)- ابراهيم عبد الجليل، التغيرات المناخية وقطاع الاعمال الفرص والتحديات، مصدر سابق الذكر، ص145.

المتجددة يستخدم في انتاج الطاقة الكهربائية، وكذلك تستخدم لأغراض التدفئة[42]، إذ أن الطاقة الكهرومائية تسهم بتوليد أكثر من (87% ) من أجمالي الطاقة الكهربائية التي تولدها الطاقات المتجددة، وتليها الرياح بنسبة (6،3%) والكتلة الحيوية ( 4،7% ) وبقية المصادر الأخرى بنسب متواضعة جداً، أما بالنسبة للحرارة من الطاقات المتجددة فتساهم الكتلة الحيوية بالجزء الأكبر أي (65،5%) من اجمالي الحرارة الصادرة عن الطاقات المتجددة، تليها الحرارة الشمسية بنسبة (26،2%) ثم حرارة جوف الارض بنسبة (8،3%)[43]، حتى بات اثر التقنيات واضحا في الكميات المنتجة من هذا النوع من الطاقات المتجددة.

(42) - علي رجب، تطور الطاقات المتجددة وانعكاساته على اسواق النفط العالمية والاقطار الاعضاء، بحث منشور في مجلة النفط والتعاون العربي، العدد 127, الكويت، خريف 2007, ص 16.

(43) -علي رجب، تطور الطاقات المتجددة وانعكاسه على اسواق النفط العالمية والاقطار الاعضاء، المصدر السابق، ص19.

**المبحث الثالث**

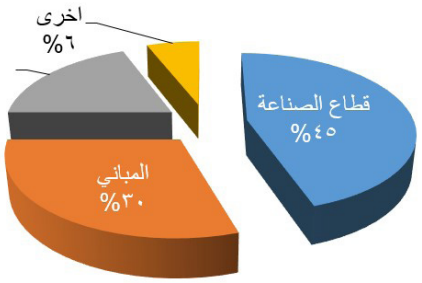
**دور التكنولوجيا في رسم مستقبل الطاقة**

**اولا: أثر التقنيات على خفض الطلب النفط الخام من اجمالي الطاقة:**

لا يبدو، أن ثمة خطرا حقيقيا سيطرأ على كميات الطلب على الطاقة المنتجة بواسطة المصادر الأحفورية (نفط وغاز) حتى سنة 2040، فقد توقع تقرير صادر عن شركة بريتش بتروليوم BP البريطانية الهولندية لسنة 2018 عن مستقل الطاقة في العالم حتى 2040، والخاص بوضع الطاقة في العالم واوضاع النفط والغاز في انتاجها مستقبلا[44]، فقد يستمر الطلب على الطاقة بالارتفاع ، خلال فترة التنبؤ بمعدل يراوح ما بين( 0.9%) و(1.4% )كمتوسط سنويا، وسيتزايد بمقدار الثلث تقريبًا حتى العام 2040، بالرغم من تضاعف الناتج الإجمالي العالمي، فضلا عن تزايد نسبة السكان بحدود( 23%) ، فسيزداد الطلب على الطاقة بسبب زيادة عدد سكان الارض بنحو( 1.7) مليار نسمة، ليصبح سنة 2040 بحدود (9.2) مليارات. فضلا عن ذلك سيدفع النمو الاقتصادي العالمي بالطلب على الطاقة نحو الأعلى، وسينمو الناتج المحلي الإجمالي للعالم بمعدل(3%)سنويا حتى 2040، وسيرتفع من (109) تريليونات دولار سنة 2016 إلى (235 ) تريليون دولار عام 2040، أي بنسبة تصل الى (215.6%) ، ويتوقع أن يرتفع المتوسط العالمي لدخل الفرد في السنة من( 15)ألف دولار للفرد سنوياً في 2016 إلى حوالي (26) ألف دولار عام 2040، وسيكون هذا التأثير فضلا عن تأثير تزايد عدد سكان المدن بحدود ملياري ساكن خلال المدة ذاتها ، وهو ما يرفع من عادات الاستهلاك، ويزيد من مستوى الطلب على الطاقة حتى العام 2040[45]، ستتوزع احتياجات العالم للطاقة، بمختلف مصادرها بحسب ما مبين بالشكل (7)

(44)- يمكن تابعة التقرير على الرابط: https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/energy-outlook-2018.html

(45) - انظر التقرير المنشور على الرابط https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/energy-outlook-2018.html




**شكل (7) يبين النسب المؤية المتوقعة لاحتياجات القطاعات المختلفة لحصتها من الطاقة**

**المصدر: عمل الباحث اعتمادا على تقرير Bp لا افاق الطاقة المنشور على الرابط**
**https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/energy-outlook-2018.html**

ولكن التقنيات الحديثة ستكون مخففه وكذلك عامل يحد من تزايد الطلب على النفط والغاز، خصوصا من المصادر الأحفورية التقليدية، فبسبب ارتفاع كفاءة الآلات نتيجة التقدم التكنولوجي ستتحسن كفاءة استخدام الطاقة، وستهبط احتياجات إنتاج واحد مليون دولار من الناتج المحلي الإجمالي من الطاقة من (122) طنا مكافئ طاقة سنة 2016 إلى حوالي( 77) طنا مكافئ طاقة عام 2040، بسبب التقدم العلمي والتكنولوجي، فمثلاً ستكون سيارة الكهرباء عام 2040 أعلى كفاءة من السيارة المتوافرة في عام 2000 بمعدل (70%)، وسيرتفع اعداد سيارات الكهرباء(الهايبرد، أي كهرباء ووقود، أو البطارية فقط) الى (300.000.000) مليون سيارة عام 2040 في ألعالم[46]،وهذا سيؤثر سلباً على تزايد الطلب على الوقود الأحفوري، فضلا عن ذلك فان التكنولوجيا ستدفع باتجاه نمو الطاقات المتجددة، وهو ما سيؤثر سلباً على الطلب على الطاقة ايضا.

**ان التكنولوجيا ستدفع باتجاه نمو الطاقات المتجددة, وهو ما سيؤثر سلباً على الطلب على الطاقة**

(46)- انظر التقرير المنشور على الرابط https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/energy-outlook-2018.html.

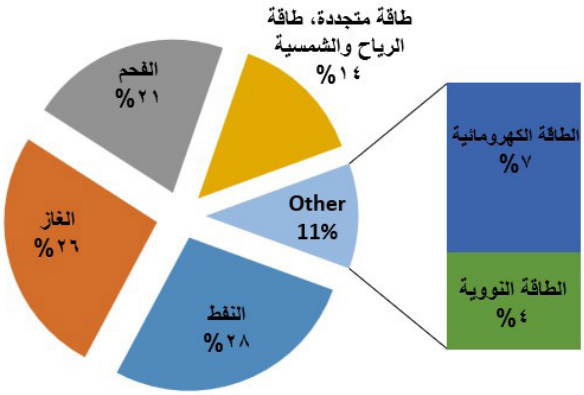
**ثانيا: مزيج الطلب على الطاقة بحسب انواعها:**

بحسب التقرير المذكور، وسيبقى النفط يحتل الموقع الأول في تشكيله مصادر الطاقة العالمية، بالرغم من تراجع حصته من (33%) عام 2016 إلى (27 %) للعام 2040، بينما سينمو الطلب على الغاز بسرعة أكبر من النفط، وسيحل بالمركز الثاني بعد النفط في تلبية الطلب على الطاقة وبنسبة (26%) عام 2040، بدلاً من النسبة (24%) التي كان عليها سنة 2016. ومع أن الطلب على الفحم لن يتغير من حيث الكمية، لكن مساهمته من تشكيل مصادر الطاقة ستتراجع ايضا من( 28% ) سنة 2016 إلى حوالي (21%) عام 2040، رغم الشكاوى عليه من تلويث البيئة، ولكنه

سيبقى المساهم الأكبر في توليد الكهرباء، واما الطاقات المتجددة فأنها ستتطور بفعل التكنولوجيا ايضا بمعدل تزايد سنوي قدرة(7%) ، لتحتل المركز الرابع في المساهمة في تلبية الطلب العالمي على الطاقة، بعد تزايد إنتاجها ليكون ( 503% ) عام 2040 عما كان عليه سنة 2016، وستشكل مساهمتها بحدود (14%) من مصادر الطاقة في العالم انظر الشكل(8).

وستنمو الطاقة الشمسية بنحو 150% مما كانت عليه سنة 2016، وستتراجع كلفة إنتاجها لتصبح منافسة في السوق لمصادر الطاقة الأخرى، من دون حاجة للدعم، وستكون الزيادة الأكبر المتأتية لهذه الطاقة في إنتاجها من الصين والهند. وستبقى الصين هي المستهلك الأكبر للطاقة في العالم، ويتوقع أن يبلغ استهلاك الصين من الطاقة نحو (4319) مليون طن نفط مكافئ سنويًا، بينما سيكون استهلاك الولايات المتحدة نحو (2299) مليون طن، واستهلاك الهند سيكون (1921) مليون طن مكافئ نفطي والاتحاد الأوروبي (1460) مليون طن نفط مكافئ. كما ستصبح الصين المنتج والمستهلك الأكبر للطاقات المتجددة، وستنتج نحو( 30%) من الطاقات المتجددة في العالم[47]. وستكون المستهلك الأكبر للنفط، وثاني أكبر مستهلك للغاز بعد الولايات المتحدة.

(47)- انظر التقرير المنشور على الرابط https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/energy-outlook-2018.html.




**شكل رقم (8) مستوى الطلب العالمي على الطاقة بحسب النوع المتوقع للعام 2040**
**المصدر: عمل الباحث اعتمادا على:**
**ما جاء في النشرة المرجعية لتوقعات الطلب على الطاقة لشركة Bp العالمية وبحسب الرابط :**
**https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/energy-outlook-2018.html**

**ثالثا: التحديات التي ستواجه المنتجون للنفط بسبب التقدم العلمي والتكنولوجي:**

سيواجه المنتجون وخصوصا منتجو اوبك وبالذات البلدان الخليجية تزايد المعروض النفطي المنتج من المياه العميقة لان التكنولوجيا وسعت من فرص نجاح الاستكشافات النفطية عبر البحار والمحيطات وفي القطبين الشمالي

والجنوبي، فضلا عن ذلك فأنها رفعت من قدرة منصات وابراج الحفر العائمة على نجاح الحفر والانتاج من الاعماق حتى اعماق تصل الى (6000) متر، فضلا عن ذلك ساعدت التكنولوجيا على وصول الانتاج المتأتي من الاعماق الان اكثر من (7) مليون برميل نفط يوميا، وهو ما سيعوض ارتفاع الطلب النفطي المتزايد في السنوات القادمة، فضلا عن ذلك فان التقنيات النفطية الحالية والمستقبلية اصبحت قـادرة على تحويل النفط الصخري المختزل بين الصخور الصماء ورمال السجيل، فضلا عن انواع البتيومين الاخرى ، الى نفط او غاز ذو كثافة معقولة وقابلة للإنتاج، وهو ما كان في عداد المستحيلات في الزمن الماضي، خصوصا واذا ما علمنا ان احتياطيات هذه الانواع من النفط تفوق الاحتياطيات الحالية الموجودة لدى بلدان الشرق الاوسط، وهو ما يشكل تحديا حقيقيا لبلدان اوبك واوابك، وهو ما رفع احتياطيات فنزويلا وكندا الى اكثر من 270 مليار برميل، خاصة اذا ما علمنا ان كميات النفط الثقيل والاشكال الاخرى من النفط الصخري في فنزويلا والرمال الاسفلتية في كندا والتشكيلات البتيومية في امريكا هي بكميات اسطورية ، ويمكن ما ينتج منها نفط تقليدي يعادل عمليا كل احتياطيات دول اوبك النفطية. وعمليا فان (600) مليار برميل من هذه الانواع من النفط، يمكن الانتاج منها عمليا من حيث المبدأ، أي ما يعادل (15%) من الاحتياطي المعروف هذا اليوم من النفط التقليدي، وهذا يعني اضافة حوالي (20 الى 25) سنة اضافية من الانتاج النفطي المتاح حاليا[48].

**وشهدت السنوات الاخيرة تطورات متسارعة في رفع نسبة الاستخلاص البترولي , وهو ما عاد الحقول التي اصابها النضوب الى واجهة الانتاج**

فضلا عن ذلك فان للتقنيات الخاصة بالحفر الافقي خاصة في الطبقات لمنتجة قد سمحت باختراقها الى مسافات واسعة، فوسعت من عمليات الانتاج من هذه الحقول والابار النفطية، فاصبح انتاج الآبار المحفور افقيا اضعافا مضاعفا لمحدودية انتاج الآبار الشاقولية، خاصة واذا ما علمنا ان تلك التقنيات شبة محتكرة لدى الشركات النفطية الكبرى ولدى بلدان الانتاج النفطي من خارج اوبك ، وهو ما يشكل تحديا لدى بلدان الانتاج النفطي ، بما فيها العراق المتعثر نظامه السياسي والذي تخلف عن بلدان المنطقة بفعل فوضى الحروب والتناحر المذهبي وعدم الاستقرار السياسي.

وشهدت السنوات الاخيرة تطورات متسارعة في رفع نسبة الاستخلاص البترولي ، وهو ما عاد الحقول التي اصابها النضوب الى واجهة الانتاج[49]، وبصفة عامة فأننا لا ننتج من حقولنا الحالية سوى 30% اما ما تبقى فأنها تنتج وفق اسلوب الانتاج المعزز، ولا شك أن هذه التقنيات ستولد ضغوطا على الدول المنتجة من نواحي

(48) - منذر ماحوس، دور التطور التكنولوجي في تنويع مصادر الطاقة والأسعار المصدر السابق، ص81.

(49) -Monzer Makhous, petrole et developpement dons le monde arabe;Dos revolulution en chain(paris; L' Harmattan.2011)

المنافسة على الاسعار والمعروض النفطي من خلال تأثير التقنيات في المستقبل وكالاتي[50]:

يبلغ اقصى كلفة الانتاج الحالي 20 دولار للبرميل من النفط التقليدي الحالي بينما تبلغ كلفة انتاج الاحتياطات المستقبلية من بقية النفط حوالي (25) دولار هي ضمن الحدود المعقولة للإنتاج التجاري بمساعدة التقنيات النفطية.

ستمنح المياه الثقيلة حوالي (100) مليار برميل بكلفة تتراوح بين (20 -30) دولار وهي ضمن الكلف المعقولة.

ويمكن لمناطق القطب الشمالي والجنوبي منح (200) مليار برميل بكلفة تتراوح بين (20- 60) دولار ويمكن تخفيضها عبر التقنيات المستقبلية لتصبح معقولة.

يمكن لتقنيات الانتاج المعزز انتاج (300) مليار برميل من النفط بكلف معقولة ضمن تطور تقنيات الانتاج المعزز.

ستودي التقنيات المتطورة الى تحويل حوالي (1000) مليار برميل نفطي من النفط الثقيل غير التقليدي في كندا وفنزويلا وامريكا وانحاء اخرى الى منتجات نفطية تقليدية بكلفة استخراجية تتراوح بين (20-40) دولار وهي ضمن الحدود التجارية.

أصبح انتاج النفط من الرمال النفطية في كندا وبفعل التكنولوجيا الحديثة، اقتصاديا وبحدود (25) دولارا وهو ما سيضيف كما هائلا من النفط الى المعروض النفطي.

وواجه المنتجون الحاليون للنفط ضغوطا اخرى في تقليل الطلب على النفط ايضا، وبمساعدة التكنولوجيا ايضا، ومنها انتاج بدائل الطاقة التي تستعمل في الاليات والمعدات التي تتغذى على النفط ، فالسيارات الكهربائية والسيارات العاملة على الوقود الحيوي والتي تشكل نسبة حاليا اكثر من (60%) من السيارات العاملة في شوارع البرازيل ، فضلا عن ارتفاع اعداد السيارات العاملة بالغاز الطبيعي في العالم وفي منطقة الشرق، فضلا عن كون السيارات الهجينة التي دخل انتاجها التجارب الفعلية، وهذه السيارات تعمل بخلايا الوقود، والتجارب المختبرية تنبئ عن كون انتاجها سيكون اقتصاديا وعوامل الامان فيها متاحة، وستكون هي سيارات المستقبل[51]، وأما القطارات فبدأت تجارب القطارات السريعة العاملة على الكهرباء تغزو بلدان العالم الغربي واليابان والصين وغيرها وتدخل حيز العمل الفعلي، واما الطائرات فلازال الكيروسين النفطي يشكل العمود الفقري لتغذيتها.

وأما انتاج الطاقة الكهربائية، فقد رسم العلماء خارطة عالمية رصدت لأول مرة بشكل تفصيلي الإمكانات الكامنة لطاقة الرياح على مستوى الكوكب. وقد تبين لهؤلاء العلماء ان الاستفادة من 20 % فقط من هذه الطاقة قد تتيح طاقة كهربائية أكثر من ثمانية إضعاف مما استهلكه العالم كله في العام 2000 وإن المحصلة

(50) -وكالة الطاقة الدولية، ادخار الموارد: تفانات النفط والغاز من اجل اسواق الطاقة، ص169,170.

(51) -فيجاي ف. فيتسوارن، الطاقة للجميع، ترجمة ايهاب عبد الرحيم، عالم المعرفة، سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الاعلى للثقافة والفنون والآداب_ الكويت (321) , 2005, ص355 وما بعدها.

الرئيسية لهذه الدارسة تؤكد إن طاقة الرياح المنخفضة التكاليف (أكثر وفرة مما كان يعتقد سابقاً)[52]، ومن مقارنة أسعار الطاقة التقليدية مع طاقة الرياح نجد أنها هي الأقرب إلى التكافؤ مع هذه الاسعار علماً ان التكلفة الحالية لطاقة الرياح تتراوح ما بين (10-إلى 25 ) سنتاً، ويتوقع ان تنخفض تكلفة إنتاج طاقة الرياح إلى حوالي ( 2) سنت لكل كيلوا واط/ساعة [53]، وهذا ما دفع بالدانمارك الى انتاج حوالي (62% ) من كهربائها عام 2014 عبر توربينات الرياح وتخطط للإنتاج الكلي من هذه الطاقة في العام 2035[54]، وانتجت ايضا البرتغال واسبانيا (20%) من طاقة الرياح فضلا عن تجارب ناجحة في استراليا وبريطانيا بإنتاج (17%) من طاقتهما الكهربائي الكلية من الرياح فضلا عن ذلك ، وكانت ولاية ايوا وداكوتا الامريكيتين قد انتجت (26%) من كهرباء من الرياح[55].

**إن ازدياد الطلب على قدرة الرياح على انتاج الطاقة، سيستمر في المستقبل مع تزايد اهتمام الناس المطرد بالبيئة**

إن ازدياد الطلب على قدرة الرياح على انتاج الطاقة، سيستمر في المستقبل مع تزايد اهتمام الناس المطرد بالبيئة وقضايا ألتلوث إذ تخطط كثير من دول العالم خاصة تلك التي لا تمتلك الوقود الاحفوري، إلى الاعتماد في طاقتها الكهربائية المنتجة من قدرة الرياح، خاصة بعد انخفاض تكلفة إنتاج طاقة الرياح التي كانت تعد أحد أهم العوائق لاستخدام هذه الطاقة كونها تمثل التكلفة ألأعلى.

ومنذ سنوات عديدة واستثمارات الولايات المتحدة الامريكية والمانيا واليابان والصين والهند تتجه لاستعمال تقنية الطاقة الشمسية في انتاج الكهرباء، وذلك من خلال بناء نماذج صناعية من المرايا العاكسة فضلا عن العدسات لتركيز الطاقة الشمسية على ابراج مائية لتحويلها الى بخار، يوجه لتدوير توربينات بخارية لإنتاج الطاقة الكهربائية[56*]،التي تتجاوز قدرتها بمئات المرات قدرة المحولات الحالية، وأكثر من المولدات الكلاسيكية التي تعمل بالألواح الشمسية، مما يعني ان النفط الخام ستتراجع حضوره في المستقبل، ونحن مقبلون على تحول الطاقة لا يكون النفط عنوانها وانما سيكون النفط ثانويا في مشهد الطاقة المقبل بعد منصف هذا القرن بفعل التطورات التكنولوجية التي لعبت وستلعب دورا مهما في التحول الطاقوي المقبل.

**الاستنتاجات**

ستمنح المياه الثقيلة حوالي (100) مليار برميل بكلفة تتراوح بين (20 -30) دولار وهي ضمن الكلف المعقولة، ويمكن لمناطق القطب الشمالي والجنوبي منح (200) مليار برميل بكلفة تتراوح بين (20- 60) دولار ويمكن تخفيضها عبر التقنيات المستقبلية لتصبح معقولة. وان لتقنيات الانتاج المعزز ستنتج بحدود (300) مليار

(52)- مصطفى كامل عبد الجنابي، امكانية استغلال طاقة الرياح في توليد الطاقة الكهربائية في العراق، المؤتمر العلمي الدولي، جامعة فرحات عباس-سطيف، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، ص6.

(53)- مصطفى كامل عبد الجنابي، المصدر السابق نفسه. ص6.

(54)- تخطط الدانيمارك بالخروج جزيئيا من الاعتماد على الطاقة الاحفورية بحدود العام 2035 وكليا في العام 2050, للمزيد من ألتفاصيل يراجع: وكالة الطاقة الدانيماركية "سيناريوهات الطاقة للأعوام 2020 ,2035, 2050 , واستشراف ألعدد 1--(2016) ص383,281.

(55)- نبيل حسين، استشراف رهانات الانتقال الطاقي، مراجعات كتاب الانتقال الكبير: التحول من الوقود الاحفوري الى الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات، الدوحة، نشرة (337)، مراجعات، ص3.

(56) مصطفى كامل عبد الجنابي، المصدر نفسه، ص 6,

برميل من النفط بكلف معقولة وستودي التقنيات المتطورة الى تحويل حوالي (1000) مليار برميل نفطي من النفط الثقيل غير التقليدي في كندا وفنزويلا وامريكا وانحاء اخرى الى منتجات نفطية تقليدية بكلفة استخراجية تتراوح بين (20-40) دولار وهي ضمن الحدود التجارية. وبفعل التكنولوجيا ايضا اصبحت الرمال النفطية في كندا انتاجها اقتصاديا وبحدود (25) دولارا وهو ما سيضيف كما هائلا من النفط الى المعروض النفطي.

التكنولوجيا غيرت من خارطة الهيمنة النفطية لبلدان منظمة اوبك طيلة العقود الماضية، وابعدت شبح النضوب النفطي التي بشرت بها نظرية هيوبرت في سبعينيات القرن الماضي، وفي الافق المنظور فان حوالي (600) مليار برميل الانواع من النفط (نفط الاعماق والصخري) يمكن انتاجها من حيث المبدأ، وهو ما يعادل ((15% من الاحتياطي المعروف من البترول التقليدي، وهذا يعني إضافة (20-25) سنة اضافية من البترول المتاح على اساس وتائر الاستهلاك الحالية.

لقد ضيقت التقنيات الفجوة الموجودة في تكاليف الانتاج بين منتجي النفط في الخليج العربي، والاقاليم الغربية مثل خليج المكسيك بالولايات المتحدة الأمريكية وبحر الشمال، فبينما أدى نقص الخبرة وعدم كفاية الاستثمارات الى رفع كلفة انتاج برميل النفط في دول الخليج من (10،0- 5،0) دولار في السبعينات الى (2-3) دولار حالياً، في حين هبطت كلفة الانتاج في حقول الولايات المتحدة الأمريكية وبريطانيا الى (4-7) دولار بعد أن كانت (12-15) دولار في العقد الماضي.

ستتحول معظم وسائل النقل الحالية الى أنواع أخرى من مغذيات الطاقة لهذه الوسائل بديلا عن النفط الحالي المغذي الرئيسي لهذه الوسائل كالسيارات الكهربائية والهجينة وسيارات خلايا الوقود، وستجعل التقنيات الحالية نجاح هذه الاليات واقعا ملموسا بعد خفض كلف تصنيعها مما يؤدي الى تقليل أهمية النفط في توفير الطاقة ويولد ضغوطا على اصحاب القرار في البلدان المنتجة.

سيكون للغاز والطاقات المتجددة، وخاصة طاقة الرياح والطاقة الشمسية اثرا واضحا في انتاج الكهرباء، وتوفير الطاقة البديلة وتقليل الاعتماد على الطاقة الاحفورية مما يولد ضغوطا واعباء مالية على بلدان الانتاج النفطي نتيجة تراجع اهمية النفط في مزيج الطاقة العالمي.

ستكون للضغوط البيئة اثارا واضحة في ضرورة التحول الطاقوي الذي يتوقع له قبل نهاية القرن الحالي الى أشكال أخرى من عناصر توفير الطاقة، نتيجة اخذها بعد دينيا فضلا عن البعد السياسي، وهو ما سيترك اثرا واضحا على منتجي النفط التقليدي، وسيؤدي بالنتيجة الى تقليل اهمية البلدان المنتجة له في صياغة توجهات

العلاقات الدولية المبنية على الاثر الطاقوي للنفط.

**التوصيات**

يوصي الباحث اصحاب القرار في صياغة توجهات السياسة النفطية ،الاسراع في استغلال فترة التحول الطاقوي التي تمتد الى منتصف القرن الحالي ، واستغلال الحاجة الى الطلب النفطي خلال السنوات العشرين القادمة، والإسـراع في استثمارات الاحتياطيات النفطية الهائلة المتوافر في بلدان اوبك واوابك ومنها العراق ، من خلال الاستفادة من التقنيات الحديثة وزيادة الانتاج وتحسين نوعيته ، وتحويل الايرادات النفطية المتأتية منها في تفعيل القطاعات الاقتصادية الاخرى، كي لا تحرمهم التكنولوجيا المتسارعة مما يملكون من ثروة لها قيمة قد تفقدها مستقبلا، والعمل على التحول من بلدان ريعية الى بلدان متنوعة القطاعات الاقتصادية.

يوصي الباحث بعدم شراء معدات الحفر والاستكشاف والتحول الى نظام التأجير من خلال نظام عقود الخدمة النفطية السريعة لان هذه المعدات والاليات النفطية اصبحت عرضة للتطور التكنولوجي السريع، مما يجعل شراء هذه الاليات عبء على البلدان المنتجة، فيما لو استحدث تطورات تقنية اخرى عليها وعندها ستكون غير متوافقة مع الإنتاج النفطي الحديث.

يوصي الباحث اصحاب القرار السياسي في صناعة السياسة العامة للبلدان المنتجة بالتحول تدريجيا من اقتصاد الريع النفطي الى الاقتصاديات المتنوعة، وجذب الاستثمارات الدولية لتحريك عجلة اقتصاداتها، لان التحول الى اشكال الطاقة الاخرى حقيقية علمية مفروغ من حدوثها في المستقبل القريب.

الاستفادة من الحاجة الى النفط في بلدان النهوض الاقتصادي في شرق اسيا والبحث عن اسواقها للاستثمار فيها من خلال بناء معامل التكرير ومعامل البتروكيمياويات وربطهم في استثمارات مشتركة لإبقاء فترة الاعتماد على النفط في تحريك الطاقة والنهوض الصناعي لأطول فترة ممكنة.

توفير النفط للبلدان المستهلكة بأسعار معقولة كي لا يستفز المستهلكين للبحث عن مصادر طاقوية اخرى بديلة عن النفط وتحجيم الانتاج النفطي الصخري الذي يتطلب كلفة انتاج عالية نسبيا، وبالتالي خلق منافس انتاجي آخر هو بالأمس القريب من أكبر المستهلكين للنفط ولكي لا تُعمم تجربته الانتاجية على بلدان اخرى.

**قائمة المصـــــادر**

1- حسين عبد الله، 2003 ، البترول العربي دراسة اقتصاديه سياسية، ط1، دار النهضة العربية،

ص21.

2 - عبد الوهاب السعدون: هل يقترب عصر النفط السهل من نهايته، بحث منشور على الرابط

Media.com/index. Php? m= politics & lang = ar

3 - منذر ماخوس, 2015, دور التطور التكنولوجي في تنويع مصادر الطاقة والأسعار، ندوة تداعيات هبوط الاسعار على البلدان المصدرة، الدوحة -7 تشرين الثاني، ص ,80,79.

4 - راي ليونارد, 2013, تأثير تقنيات الطاقة في مستقبل الانتاج العالمي للنفط، (بحث) ضمن كتاب التكنولوجيا ومستقبل ألطاقة مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، ط1, دبي، ص70.

5 - راي ليونارد,2013, المصدر نفسه، ص71,72.

6 - رشيد الخولي: حفر الابار الموجهه، بحث متوافر على الرابط file;///H; حفر الآبار الموجهةPETENG_files/directional drilling: jpy-SYRIAN

7 - منذر ماخوس، دور التطور التكنولوجي في تنويع مصادر الطاقة والأسعار، المصدر السابق، ص81.

8 - ادارة الشؤون الفنية، الاقطار العربية المصدرة للبترول(اوابك), 2009, الاستخلاص البترولي المحسن (دراسة)، الكويت، ص 123 ولغاية 144.

9 - تركي الحمش، صيف 2008, تقنيات الحفر (دراسة)، منشورة في مجلة النفط والتعاون العربي، العدد 126, مجلد 34 , ص 33 وما بعدها.

10 - وكالة الطاقة الدولية، بلا سنة، ادخار الموارد: تقانات النفط والغاز من اجل اسواق الطاقة، ترجمة مظهر بايرلي، ط1,مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، المنظمة العربية للترجمة، الرياض، ص 79 وما بعدها.

11 - ادارة الشؤون ألفنية، الاقطار العربية المصدرة للبترول(اوابك), 2009, الاستخلاص البترولي المحسن (دراسة)، الكويت، ص33.

12 - المصدر السابق نفسه، ص67.

13 - وكالة الطاقة الدولية، ادخار الموارد، المصدر السابق، ص 95.

14 - وكالة الطاقة الدولية، ادخار الموارد، المصدر السابق، ص 95.

15 - ادارة الشؤون ألفنية، الاستخلاص البترولي المحسن (دراسة)، مصدر سابق، ص7.

16 - فؤاد قاسم الامير,2016 , النفط الصخري واسعار النفط والموازنة العراقية، دار الغد، ط1, بغداد، ص 61. وايضاً: زهير حامدي،2015 , النفط في الولايات المتحدة: ثورة في الأفق (دراسة)، المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات، الدوحة.

17 - منظمة الاقطار العربية المصدرة للنفط (اوابك)،2012, واقع وافاق صناعة النفط والغاز

الطبيعي غير التقليدية في اميركا الشمالية وانعكاساتها على الدول الاعضاء (دراسة)، الكويت، ص 58.

18 - Opec, Annual Statistical Bulletin,2021.p54.

19 - محمد الكوخي، مستقبل الصراع على اسواق الطاقة بين النفط الخام والصخري، مركز الجزيرة للدراسات، متوفر على الرابط -studies.aljazeera.net/ar/re ports/2017/03/170321084829470.html (اخر زيارة في 2017/3/26.

20 - جمال قاسم حسن، يوليو، 2015، النفط والغاز الصخرين وأثرهما على اسواق النفط العالمية، صندوق النقد العربي، (دراسة)، ص12.

21 - احمد بن محمد السياري، يوليو ،2015، نظرة عامة على اهم مصادر الطاقة غير التقليدية (ورقة عمل)، ادارة الابحاث الاقتصادية، مؤسسة النقد العربي السعودي، ص11.

22 - منذر ماخوس، دور التطور التكنولوجي في تنويع مصادر الطاقة والأسعار المصدر السابق، ص82.

23 - منظمة الاقطار العربية المصدرة للنفط (اوابك)، واقع وافاق صناعة النفط والغاز الطبيعي غير التقليدية في اميركا الشمالية وانعكاساتها على الدول الاعضاء، المصدر السابق، ص155.

24- ايمي مايز جافي، 2001, الاسعار مقابل حصص السوق لدول الخليج العربي المنتجة للنفط، هل تراجح احتياطيات نفط قزوين كفة الميزان، بحث ضمن كتاب، مصادر الطاقة في بحر قزوين-الانعكاسات على منطقة الخليج العربي، مركز دراسات الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، ط1، ابوظبي، ص202.

25 - علي رجب،2011، مستجدات سياسة الطاقة في الدول الصناعية وانعكاساتها على الدول الاعضاء في اوبك، مجلة النفط والتعاون العربي، العدد 138، الكويت، ص31.

26 - ابراهيم عبد الجليل، ديسمبر2008, التغيرات المناخية وقطاع الاعمال- الفرص والتحديات، مجلة عالم الفكر، العدد (2)، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب – الكويت، ص 143.

27- محمد قرضاب، شتاء 2007, ترشيد استخدام الطاقة في القطاع الصناعي في الدول العربية، مجلة النفط والتعاون العربي، العدد/120، الكويت، ص 130.

28 -- Exxon Mobil,2010, Energy Efficiency,http://www.exxonmbil.com/Corpa rate/energy.

29 - اوليفية ايبير،2011, سياسات ترشيد الوقود في قطاع النقل وانعكاساتها على الطلب العالمي على النفط، بحث ضمن كتاب (عصر النفط والتحديات الناشئة)، مركز الامارات والبحوث الاستراتيجية، ط1, ابو ظبي، ص372.

30 - US. Energy Information Administration (EIA). Annual Energy Out lock

. .2010

31- للحصول على اخر الابتكارات التقنية وقطاع النقل، يراجع بحث بسام فتوح، ديناميات الطلب العالمي وانعكاساته على الدول المنتجة في الشرق الاوسط، بحث مقدم ضمن كتاب عصر النفط «التحديات الناشئة»، مصدر سابق الذكر، ص82 وما بعدها والجدول الملحق بذلك.

32 - اوليفيية ايبير، سياسات ترشيد الوقود في قطاع النقل وانعكاساتها على الطلب العالمي على النفط، مصدر سابق الذكر، ص376- 380.

33 - فاضل الجلبي,2001, تقلبات اسعار النفط في السوق العالمي، الأسباب والأثار على اقتصادات البلدان المنتجة للنفط في الاسكوا، دار الكنوز الادبية، بيروت، ص43.

34 - جيرمي ريفكن، 2010، اقتصاد الهيدروجين بعد نهاية النفط – الثورة الاقتصادية الجديدة، ترجمة ماجد كنج، مؤسسة محمد بن راشد ال مكتوم، دار الفارابي، ط1، بيروت، ص211.

35 - حسن عصمان،2009, مصادر الطاقة غير البترولية وتأثيرها على البيئة، النشرة العلمية، مركز البحث والتطوير النفطي في وزارة النفط، العدد (4)، بغداد، ص37.

36-«The Energy Information Administration(EIA)Recently Updated the Ener-gy". ، .14 .p .No.4 .Vol.215, Electrical World, 2001, July.

37- Ruth, Lawrence A."Advanced coal-Fired power plants". March 2001. Jour-nal of Energy Resources Technology. Vol.123 .p.4.

38- EIA , international energy agency, key world energy statistics, 2019 ,p.6.

39 - ابراهيم عبد الجليل، التغيرات المناخية وقطاع الاعمال الفرص والتحديات، مصدر سابق الذكر، ص145.

40 - علي رجب، خريف 2007, تطور الطاقات المتجددة وانعكاساته على اسواق النفط العالمية والاقطار الاعضاء، بحث منشور في مجلة النفط والتعاون العربي، العدد 127, الكويت، ص 16.

41- علي رجب، تطور الطاقات المتجددة وانعكاسه على اسواق النفط العالمية والاقطار الاعضاء، المصدر السابق، ص19.

42 - يمكن تابعة التقرير على الرابط: https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/energy-outlook-2018.html

43 - انظر التقرير المنشور على الرابط https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/energy-outlook-2018.html

44 - انظر التقرير المنشور على الرابط https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/energy-outlook-2018.html.

45 - انظر التقرير المنشور على الرابط https://www.bp.com/en/global/corporate/ .news-and-insights/press-releases/energy-outlook-2018.html

46 - منذر ماحوس، دور التطور التكنولوجي في تنويع مصادر الطاقة والأسعار المصدر السابق، ص81.

47 - Monzer Makhous,petrole et developpement dons le monde arabe;Dos (revolution en chain (paris; L' Harmattan.2011

48 -وكالة الطاقة الدولية، ادخار الموارد: تقانات النفط والغاز من اجل اسواق الطاقة، ص169,170.

49 -فيجاي ف. فيتسوارن, 2005, الطاقة للجميع، ترجمة ايهاب عبد الرحيم، عالم المعرفة، سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الاعلى للثقافة والفنون والآداب_ الكويت (321)، ص355 وما بعدها.

50 - مصطفى كامل عبد الجنابي، امكانية استغلال طاقة الرياح في توليد الطاقة الكهربائية في العراق، المؤتمر العلمي الدولي، جامعة فرحات عباس- سطيف، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، ص6.

51 - مصطفى كامل عبد الجنابي، المصدر السابق نفسه. ص6.

52 - تخطط الدانيمارك بالخروج جزيئيا من الاعتماد على الطاقة الاحفورية بحدود العام 2035 وكليا في العام 2050, للمزيد من ألتفاصيل يراجع: وكالة الطاقة الدانيماركية «سيناريوهات الطاقة للأعوام 2020 ,2035, 2050 , واستشراف ألعدد -1-(2016) ص383,281.

53 - نبيل حسين، استشراف رهانات الانتقال الطاقي، مراجعات كتاب الانتقال الكبير: التحول من الوقود الاحفوري الى الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات، الدوحة، نشرة (337)، مراجعات، ص3.