بسم الله الرحمن الرحيم

وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ
إِلَىٰ عَالِمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ تَعْمَلُونَ

صدق الله العظيم
التوبة ١٠٥

جغرافية الطاقة

مؤسسة دار الصادق الثقافية
طبع . نشر . توزيع

إسم الكتاب : جغرافية الطاقة

إسم المؤلف : الأستاذ الدكتور كاظم عبد الوهاب حسن الأسدي

و الأستاذ المساعد الدكتور راشد عبد راشد الشريفي

الطبعة الاولى ٢٠١٨

رقم الايداع في دار الكتب والوثائق في بغداد (٣٣٣٨ لسنة ٢٠١٨)

ردمك - ISBN13 – 978-9922-615-48-6

جمهورية العراق

الفرع الاول : العراق – بابل – الحلة – شارع ابو القاسم مقابل جامع ابن النما

الفرع الثاني : العراق – بابل – الحلة – مجمع الزهور

هاتف : ٠٠٩٦٤٧٨٠١٢٣٣١٢٩

E-mail : alssadiq@yahoo.com

التنضيد الألكتروني : عباس العذاري

محفوظة جميع الحقوق

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو أي جزء منه أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات أو نقله بأي شكل من الاشكال دون إذن خطي من الناشر.

All Rights Reserved. No part of this book may be reproduced. Stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means without prior written permission of the publisher.

جغرافية الطاقة

الاستاذ الدكتور
كاظم عبدالوهاب حسن الاسدي
جامعة البصرة / كلية التربية للعلوم الانسانية

الأستاذ المساعد الدكتور
راشد عبد راشد الشريفي
جـامعـة البصـرة/كلية الآداب

مؤسسة دار الصادق الثقافية
طبع .. نشر .. توزيع

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

أَلَمۡ تَرَوۡاْ أَنَّ ٱللَّهَ سَخَّرَ لَكُم مَّا فِي
ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَمَا فِي ٱلۡأَرۡضِ وَأَسۡبَغَ
عَلَيۡكُمۡ نِعَمَهُۥ ظَٰهِرَةٗ وَبَاطِنَةٗۗ
وَمِنَ ٱلنَّاسِ مَن يُجَٰدِلُ فِي ٱللَّهِ
بِغَيۡرِ عِلۡمٖ وَلَا هُدٗى وَلَا كِتَٰبٖ
مُّنِيرٖ ٢٠

صدق الله العظيم

سورة لقمان/الآية ٢٠

الإهـــــــــداء

الى أحبابنا شهداء الوطن

الذين لولاهم

لما ظهر هذا الكتاب...

المؤلفان

المحتويات

العنوان	الصفحة
المقدمة	٢٣
الفصل الاول : الاطار العام لمصادر الطاقة	٢٥-٣٥
مفهوم الطاقة	٢٧
مفهوم جغرافية الطاقة	٢٧
مناهج البحث في جغرافية الطاقة	٢٧
١- المنهج الإقليمي	٢٧
٢- المنهج الموضوعي	٢٧
٣- المنهج الأصولي	٢٨
٤- المنهج التاريخي	٢٨
٥- المنهج التحليلي	٢٨
٦- المنهج الرياضي (الكمي)	٢٩
٧- المنهج الوظيفي	٢٩
تصنيف مصادر الطاقة	٣٠
١- الاساس الفيزيائي	٣٠
٢-مصادر الطاقة القديمة والحديثة	٣٠
٣-مصار الطاقة العضوية واللاعضوية	٣٠
٤- مصادر الطاقة القابلة للبقاء والقابلة للفناء	٣١
٥- على أساس الأهمية النسبية	٣١
تطور استهلاك الطاقة	٣١
علاقة الطاقة مع العلوم الاخرى	٣٣
وحدات قياس الطاقة	٣٤
الفصل الثاني :العوامل الجغرافية المؤثرة في استغلال مصادر الطاقة	٣٧
أولاً: العوامل الطبيعية :	٣٩
١- الموقع الجغرافي	٣٩
٢- التضاريس	٣٩
٣- تركيب الصخور	٤٠

٤- تصاريف الانهار	٤٠
٥-احجام السدود والخزانات	٤٠
٦-المناخ	٤٠
٧-كمية الاحتياطي	٤٢
٨-سمك الطبقات	٤٢
٩-النفاذية النسبية	٤٢
١٠-قرب الخامات ومصادر الطاقة من سطح الارض	٤٣
١١-سعة الحقول	٤٣
١٢-نسبة المواد الغريبة والشوائب في المعدن	٤٣
ثانياً : العوامل البشرية :	٤٤
١-مرحلة التقدم الاقتصادي	٤٤
٢-الطلب العالمي	٤٤
٣-الحروب وعدم الاستقرار السياسي	٤٤
٤-التطورات التكنولوجية	٤٥
٥-السياسات الحكومية	٤٥
٦-رأس المال	٤٥
٧-اسعار الطاقة	٤٦
٨-التلوث البيئي	٤٧
الفصل الثالث : الفحم	٤٩
اولاً :اهمية الفحم	٥١
ثانياً :الأساس الجيولوجي للفحم	٥٢
ثالثاً :انواع الفحم	٥٤
رابعاً :العوامل المؤثرة في استغلال حقول الفحم	٥٦
خامساً :تعدين الفحم	٥٧
سادساً :التوزيع الجغرافي لمناطق احتياطي وانتاج الفحم	٥٨
١- احتياطي الفحم	٥٨
٢- انتاج الفحم	٦١
سابعاً :التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في العالم	٦٨
١- الولايات المتحدة الامريكية	٦٨
٢- روسيا الاتحادية	٧٢

٣ – الصين	٧٥
٤– استراليا	٧٧
٥– الهند	٧٨
٦– المانيا	٨٠
٧–المملكة البريطانية المتحدة	٨٣
٨–اندونيسيا	٨٥
ثامناً: التجارة العالمية للفحم Global Coal Trade	٨٨
الفصل الرابع : النفط	**٩٥**
اولاً :مفهوم النفط	٩٧
ثانياً :أهمية النفط	٩٧
ثالثاً :النظريات التي تفسر اصل ونشأة النفط	٩٨
١– النظرية العضوية	٩٨
٢– النظرية اللاعضوية	٩٩
رابعاً :مراحل تكوين النفط	٩٩
خامساً :ضوابط المكامن النفطية	١٠٠
سادساً :انواع المكامن النفطية	١٠١
سابعاً :هجرة وحركة النفط	١٠٤
العوامل المؤثرة في هجرة وحركة النفط	١٠٥
١– عوامل الضغط	١٠٥
٢– عوامل تغيير حجم مسامات الصخور	١٠٥
٣– عوامل تأثير الخاصية الشعرية	١٠٥
ثامناً : احتياطي النفط	١٠٥
أ– احتياطي النفط العالمي	١٠٦
ب– الاحتياطي النفطي العربي	١١٠
تاسعاً : الانتاج العالمي للنفط	١١٢
أ– الانتاج العالمي	١١٢
ب–الانتاج العربي للنفط	١١٩
خصائص النفط العربي	١٢٢
عاشراً :التوزيع الجغرافي لمناطق النفط في العالم	١٢٣
١–الولايات المتحدة الامريكية	١٢٣

٢- المملكة العربية السعودية	١٢٧
٣- روسيا الاتحادية	١٢٨
٤- كندا	١٣٢
٥- الصين	١٣٦
٦- العراق	١٣٩
٧- ايران	١٤٣
احد عشر :التجارة العالمية للنفط	١٤٦
١-الدول المستوردة للنفط	١٤٨
٢-الدول المصدرة للنفط	١٥٢
الفصل الخامس :الغاز الطبيعي	١٥٥
اولاً :مفهوم الغاز الطبيعي	١٥٧
ثانياً :أنواع الغاز الطبيعي	١٥٧
ثالثاً :اهمية الغاز الطبيعي	١٥٩
رابعاً :خزن الغاز الطبيعي ونقله	١٦١
١- خزن الغاز الطبيعي	١٦١
٢- نقل الغاز الطبيعي	١٦٢
العوامل التي ساهمت في نمو الطلب على الغاز الطبيعي	١٦٦
خامساً :احتياطي الغاز الطبيعي	١٦٧
سادساً : انتاج الغاز الطبيعي	١٧١
سابعاً :التوزيع الجغرافي لمناطق إنتاج الغاز الطبيعي .	١٧٣
١- روسيا الاتحادية	١٧٣
٢- ايـران	١٧٦
٣- قطـر	١٧٨
٤- تركمانستان	١٧٩
٥- الولايات المتحدة الامريكية	١٨١
٦- الامارات العربية المتحدة	١٨٣
ثامناً :التجارة العالمية للغاز الطبيعي	١٨٥
أولاً: أهم الدول المصدرة للغاز الطبيعي	١٨٧
ثانياً: أهم الدول المستوردة للغاز الطبيعي	١٩٠

الفصل السادس : الطاقة النووية	١٩٣
أولاً : مميزات الطاقة النووية	١٩٥
ثانياً : مساوئ الطاقة النووية	١٩٦
ثالثاً : انتاج الطاقة النووية	١٩٧
الفصل السابع : الطاقات المتجددة	٢٠١
أولاً : مفهوم الطاقة المتجددة	٢٠٣
ثانياً : مميزات مصادر الطاقة المتجددة	٢٠٤
ثالثاً : عيوب ومساوئ مصادر الطاقة المتجددة	٢٠٤
أنواع الطاقات المتجددة :	٢٠٤
أولاً–الطاقة الكهرومائية	٢٠٤
ثانياً–طاقة الرياح	٢٠٩
ثالثاً– طاقة حرارة جوف الارض	٢١٥
رابعاً–الطاقة الشمسية	٢١٩
خامساً–الطاقة الحيوية	٢٢٣
سادساً– طاقة المد والجزر	٢٢٥
سابعاً– طاقة الأمواج	٢٣٠
ثامناً – طاقة النفايات	٢٣٢
الفصل الثامن : الطاقة الكهربائية	٢٣٧
أولاً : أنواع محطات الطاقة الكهربائية	٢٣٩
ثانياً : التوزيع الجغرافي لإنتاج الطاقة الكهربائية في العالم	٢٤٢
ثالثاً : التوزيع الجغرافي لاستهلاك الطاقة في العالم	٢٤٩
الفصل التاسع : الاطار العام للثروة المعدنية	٢٦٣
مفهوم المعدن	٢٦٥
اهمية المعادن للإنسان	٢٦٥
خصائص الثروة المعدنية في الطبيعة	٢٦٥
صناعة التعدين	٢٦٧
اهم انواع المعادن	٢٦٩
أولاً : الحديد Iron	٢٦٩
التوزيع الجغرافي لمناجم الحديد	٢٦٩

١-الصين	٢٧٠
٢-استراليا	٢٧٠
٣-البرازيل	٢٧١
ثانياً: النحاس : Cuppore	٢٧١
الخواص الفيزيائية للنحاس	٢٧١
استخدامات النحاس	٢٧٢
التوزيع الجغرافي للنحاس في العالم	٢٧٢
١- تشيلي	٢٧٢
٢- استراليا	٢٧٣
٣- بيرو	٢٧٣
٤- المكسيك	٢٧٣
٥- الولايات المتحدة	٢٧٤
ثالثاً: الالمنيوم Aluminium	٢٧٧
استخدامات معدن الالمنيوم	٢٧٧
التوزيع الجغرافي لإنتاج الالمنيوم في العالم	٢٧٨
١-الصين	٢٧٨
٢- روسيا الاتحادية	٢٧٨
٣-كندا	٢٧٩
٤- الهند	٢٧٩
٥- الامارات العربية المتحدة	٢٧٩
٦-استراليا	٢٨٠
٧-الولايات المتحدة	٢٨٠
رابعاً : اليورانيوم Uranium	٢٨٢
استخدامات معدن اليورانيوم	٢٨٢
التوزيع الجغرافي لليورانيوم	٢٨٣
١-كازاخستان	٢٨٣
٢-كندا	٢٨٣
٣- استراليا	٢٨٤
٤- النيجر	٢٨٤

٥- ناميبيا	٢٨٤
٦- روسيا الاتحادية	٢٨٥
٧- اوزباكستان	٢٨٥
الفصل العاشر :الصراع والتنافس الإقليمي والدولي على مصادر الطاقة والمعاهدات الدولية	٢٨٧
أولاً :الصراع والتنافس الإقليمي والدولي على مصادر الطاقة في منطقة الشرق الأوسط .	٢٨٩
أهم القوى الدولية المتنافسة على نفط الشرق الاوسط	٢٩٠
١-دول الاتحاد الاوروبي	٢٩٠
٢-الولايات المتحدة الامريكية	٢٩١
٣-الصين	٢٩١
ثانياً :الصراع والتنافس الإقليمي والدولي على مصادر الطاقة في قارة أفريقيا	٢٩٢
أهم القوى الدولية المتنافسة على النفط الأفريقي	٢٩٤
١-الولايات المتحدة الامريكية	٢٩٤
٢-الصين	٢٩٥
ثالثاً : الصراع والتنافس الإقليمي والدولي على مصادر الطاقة في آسيا الوسطى .	٢٩٦
أهم القوى الدولية المتنافسة على مصادر الطاقة في آسيا الوسطى وبحر قزوين	٢٩٦
١- الولايات المتحدة الامريكية	٢٩٦
٢- روسيا الاتحادية	٢٩٨
٣- الصين	٣٠٠
منظمات الطاقة الدولية :	٣٠١
أولاً :منظمة الاقطار المصدرة للنفط :O.P.E.C	٣٠١
ثانياً :منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول : O.A.P.E.C	٣٠٢
ثالثاً :الوكالة الدولية للطاقة الذرية I.A.E.A	٣٠٤

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
1	أقل كلف اسعار وقود البنزين في بعض دول العالم في عام ٢٠١٥	٤٦
2	التوزيع الجغرافي لاحتياطي الفحم (مليون طن) في العالم لعام ٢٠١٥	٥٩
3	التوزيع الجغرافي لاحتياطي الفحم على مستوى قارات العالم في عام ٢٠١٥	٦٠
4	تطور انتاج الفحم في العالم (مليون طن) للمدة ١٨٢٠-٢٠١٥	٦٣
5	الدول المنتجة للفحم في العالم (مليون طن مكافئ نفط) لعام ٢٠١٥	٦٤
6	تغير الاهمية النسبة لا نتاج الفحم عالمياً بحسب اهم الدول للمدة (١٩٧٦-٢٠١٥)	٦٦
7	كميات انتاج الفحم على مستوى قارات العالم في عام ٢٠١٥	٦٧
8	تطور كميات تصدير الفحم (مليون طن) في العالم للمدة ١٩٨١-٢٠١٤	٨٨
9	كميات تصدير واستيراد الفحم (مليون طن)بين دول العالم في عام ٢٠١٤	٩٠
10	تطور احتياطي النفط العالمي (مليار برميل) للمدة ١٩٥٥-٢٠١٥	١٠٦
11	احتياطي النفط (مليار برميل) في دول العالم في عام ٢٠١٥	١٠٧
12	التوزيع الجغرافي لاحتياطي النفط (مليار/برميل) بحسب قارات العالم لعام ٢٠١٥	١٠٩
13	تطور احتياطي النفط (مليار برميل) في الدول العربية للمدة ١٩٨٠-٢٠١٥	١١٢
14	تطور انتاج النفط العالمي (مليون برميل/يومياً) للمدة ١٩٠٠-٢٠١٥	١١٤
15	انتاج دول العالم من النفط ونسب مساهمتها من الانتاج العالمي (مليون برميل/يوميا) في عام ٢٠١٥	١١٩
16	تطور التجارة العالمية و الطلب العالمي للنفط للمدة ١٩٨٠-٢٠١٥	١٤٧
17	حجم تجارة النفط العالمية (مليون طن) في عام ٢٠١٥	١٥٠
18	التوزيع الجغرافي لاحتياطي الغاز الطبيعي (ترليون م^3) في العالم لعام ٢٠١٥	١٦٨

19	تباين احتياطي الغاز الطبيعي بين قارات العالم في عام ٢٠١٥	١٧٠
20	اكبر دول العالم في انتاج الغاز الطبيعي (مليار متر مكعب) في عام ٢٠١٥	١٧١
21	تباين انتاج الغاز الطبيعي بين قارات العالم في عام ٢٠١٥	١٧٢
22	حجم تجارة الغاز الجاف والسائل (مليار متر مكعب) في العالم في عام ٢٠١٥	١٨٨
23	تطور انتاج الطاقة النووية (تيراواط/ساعة) في العالم للمدة ١٩٦٥-٢٠١٥	١٩٨
24	انتاج الطاقة الكهرومائية (تيراواط/ساعة) في العالم في عام ٢٠١٥	٢٠٧
25	انتاج طاقة الرياح (تيراواط/ساعة) في العالم في عام ٢٠١٥	٢١٤
26	تطور انتاج طاقة حرارة جوف الأرض (تيراواط/ساعة) في العالم للمدة ١٩٦٥-٢٠١٥	٢١٨
27	انتاج الطاقة الشمسية (تيراواط/ساعة) في العالم في عام ٢٠١٥	٢٢١
28	انتاج الطاقة الحيوية (طن مكافئ نفط) في دول العالم لعام ٢٠١٥	٢٢٤
29	اكبر دول العالم في استثمار طاقة المد والجزر في عام ٢٠١٥	٢٢٨
30	تطور انتاج الطاقة الكهربائية في العالم للمدة ١٩٨٥-٢٠١٦	٢٤٢
31	انتاج الطاقة الكهربائية في العالم في عام ٢٠١٦	٢٤٧
32	انتاج الطاقة الكهربائية بحسب قارات العالم لعام ٢٠١٦	٢٤٩
33	تغير نسب استهلاك مصادر الطاقة في العالم للمدة (١٨٨٠-٢٠١٥)	٢٥٠
34	كمية استهلاك الطاقة (مليون طن مكافئ نفط) في العالم في عام ٢٠١٥	٢٥١
35	هيكل استهلاك الطاقة (مليون طن مكافئ نفط) في دول العالم في عام ٢٠١٥	٢٥٧
36	انتاج خامات الحديد في دول العالم في عام ٢٠١٥	٢٧٠
37	احتياطي وانتاج النحاس في العالم في عام ٢٠١٦	٢٧٥
38	انتاج الالمنيوم في العالم في عام ٢٠١٥	٢٨١
39	انتاج اليورانيوم في العالم لعام ٢٠١٦	٢٨٦

قائمة الأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
1	اقل دول العالم اسعار بيع وقود البانزين لعام ٢٠١٥ (لتر/دولار)	٤٧
2	اكبر عشرة دول في العالم في احتياطي الفحم (مليون طن) في عام ٢٠١٥	٦٠
3	التوزيع الجغرافي لاحتياطي الفحم (مليون طن) بحسب قارات العالم في عام ٢٠١٥	٦١
4	تطور انتاج الفحم (مليون طن) في العالم للمدة ١٨٢٠-٢٠١٥	٦٣
5	اكبر عشرة دول في العالم في انتاج الفحم (مليون طن مكافئ نفط) في عام ٢٠١٥	٦٥
6	تغير الاهمية النسبية للدول المنتجة للفحم للمدة (١٩٧٦-٢٠١٥)	٦٦
7	انتاج الفحم (مليون طن) على مستوى قارات العالم في عام ٢٠١٥	٦٨
8	تطور كميات تصدير الفحم بالعالم (مليون طن)بالمقارنة مع الانتاج للمدة ١٩٨١-٢٠١٤	٨٩
9	اكبر البلدان المصدرة للفحم (مليون طن) لعام ٢٠١٤	٩٣
10	اكبر البلدان المستوردة للفحم (مليون طن) في عام ٢٠١٤	٩٣
11	مصيدة نفط محدبة	١٠١
12	مكامن نفطية بفعل عدة طيات تحدبيه	١٠٢
13	مكامن نفطية بفعل فالق	١٠٢
14	مكمن نفطي تكون بفعل اندفاع قبة ملحية	١٠٤
15	تطور احتياطي النفط العالمي (مليار برميل) للمدة ١٩٥٥ - ٢٠١٥	١٠٧
16	تطور احتياطي النفط (مليار برميل) في اكبر عشرين دولة في العالم لعام ٢٠١٥	١٠٨
17	احتياطي النفط (مليار/برميل) بحسب الاقاليم الجغرافية لعام ٢٠١٥	١٠٩
18	الحتياطي النفط في الدول العربية (مليار برميل) في عام ٢٠١٥	١١٣

19	تطور انتاج النفط العالمي (مليون برميل/يومياً) للمدة ١٩٠٠ – ٢٠١٥	١١٤
20	اكبر عشرة دول منتجة للنفط (مليون برميل/يومياً) في العالم لعام ٢٠١٥	١٢٠
21	التوزيع الجغرافي لانتاج النفط (مليون برميل/يومياً) بحسب قارات العالم ٢٠١٥	١٢٠
22	مقارنة انتاج الدول العربية من النفط مع الانتاج العالمي (مليون برميل/يومياً) للمدة ١٩٦٥–٢٠١٥	١٢٢
23	انتاج النفط (الف برميل/يومياً) في الدول العربية لعام ٢٠١٥	١٢٢
24	مقارنة التجارة العالمية للنفط مع الطلب (مليون برميل/يومياً) للمدة ١٩٨٠–٢٠١٥	١٤٨
25	اكبر المناطق الجغرافية في استيراد النفط (مليون طن) في عام ٢٠١٥	١٥١
26	اكبر المناطق الجغرافية في تصدير النفط (مليون طن) في عام ٢٠١٥	١٥٣
27	اكبر خمسة عشر دول العالم باحتياطي الغاز الطبيعي (ترليون م٣) في عام ٢٠١٥	١٦٩
28	تباين الاحياطي للغاز الطبيعي (ترليون م٣) بحسب قارات العالم لعام ٢٠١٥	١٧٠
29	اكبر دول العالم في انتاج الغاز الطبيعي (مليار متر مكعب) في عام ٢٠١٥	١٧٢
30	انتاج الغاز الطبيعي في العالم (مليار متر مكعب) بحسب قارات العالم في عام ٢٠١٥	١٧٣
31	اكبر دول العالم المصدرة للغاز الطبيعي (الجاف والسائل) (مليار متر مكعب) في عام ٢٠١٥	١٨٩
32	اكبر دول العالم المستوردة للغاز الطبيعي (الجاف والسائل) (مليار متر مكعب) في عام ٢٠١٥	١٩١
33	اكبر عشرة دول في العالم منتجة للطاقة النووية (تيراواط / ساعة) لعام ٢٠١٥	١٩٩
34	مخطط عمل محطة الطاقة الكهرومائية	٢٠٥
35	اكبر عشرة دول في العالم منتجة للطاقة الكهرومائية (تيراواط / ساعة) لعام ٢٠١٥	٢٠٨
36	توربين رياح محور أفقي	٢١٠
37	توربين رياح محور رأسي	٢١٠

38	مخطط عمل محطة طاقة الرياح	٢١١
39	الصيانة الدورية لتوربينات الرياح	٢١٣
40	اكبر عشرة دول في العالم في انتاج طاقة الرياح (تيراواط / ساعة) لعام ٢٠١٥	٢١٥
41	مخطط استثمار طاقة حرارة جوف الأرض في انتاج الطاقة الكهربائية	٢١٦
42	انتاج طاقة حرارة جوف الارض (تيراواط/ ساعة) في اكبر دول العالم في عام ٢٠١٥	٢١٩
43	اكبر عشرة دول في العالم في انتاج الطاقة الشمسية (تيراواط/ ساعة) لعام ٢٠١٥	٢٢٢
44	اكبر عشرة دول في العالم في انتاج الطاقة الحيوية (طن مكافئ نفط) لعام ٢٠١٥	٢٢٥
45	مخطط محطة طاقة المد والجزر	٢٢٦
46	اكبر دول العالم في انتاج طاقة المد والجزر (ميكا واط) في عام ٢٠١٥	٢٢٩
47	مخطط محطة طاقة النفايات	٢٣٥
48	تطور انتاج الطاقة الكهربائية (تيراواط / ساعة) في العالم للمدة ١٩٨٥ – ٢٠١٦	٢٤٣
49	انتاج الطاقة الكهربائية (تيراواط / ساعة) في اكبر دول العالم في عام ٢٠١٦	٢٤٨
50	انتاج الطاقة الكهربائية (تيراواط / ساعة) بحسب قارات العالم في عام ٢٠١٦	٢٤٩
51	استهلاك مصادر الطاقة (مليون طن مكافئ نفط) في عام ٢٠١٥	٢٥٢
52	اكبر عشرة دول في العالم في استهلاك الطاقة (مليون طن مكافئ نفط) في عام ٢٠١٥	٢٦٢
53	اكبر عشرة دول في العالم في انتاج الحديد (الف /طن) لعام ٢٠١٥	٢٧١
54	انتاج النحاس (مليون طن) في اكبر دول العالم في عام ٢٠١٦	٢٧٦
55	كميات انتاج الالمنيوم (طن) في اكبر بلدان العالم في عام ٢٠١٥	٢٨٢
56	انتاج اليورانيوم (طن) في العالم لعام ٢٠١٦	٢٨٦

قائمة الخرائط

رقم الخارطة	العنوان	الصفحة
1	التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في الولايات المتحدة لعام ٢٠١٥	٦٩
2	التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في روسيا الاتحادية لعام ٢٠١٥	٧٤
3	التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في الصين لعام ٢٠١٥	٧٦
4	التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في استراليا لعام ٢٠١٥	٧٨
5	التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في الهند لعام ٢٠١٥	٨٠
6	التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في المانيا لعام ٢٠١٥	٨٢
7	التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في المملكة المتحدة لعام ٢٠١٥	٨٥
8	التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في اندونيسيا لعام ٢٠١٥	٨٨
9	التوزيع الجغرافي لحقول النفط في الولايات المتحدة الامريكية لعام ٢٠١٥	١٢٦
10	التوزيع الجغرافي لحقول النفط في السعودية لعام ٢٠١٥	١٢٩
11	التوزيع الجغرافي لحقول النفط في روسيا الاتحادية لعام ٢٠١٥	١٣٣
12	التوزيع الجغرافي لحقول النفط في كندا لعام ٢٠١٥	١٣٦
13	التوزيع الجغرافي لحقول النفط في الصين لعام ٢٠١٥	١٣٧
14	التوزيع الجغرافي لحقول النفط في العراق لعام ٢٠١٥	١٤٣
15	التوزيع الجغرافي لحقول النفط في ايران لعام ٢٠١٥	١٤٥
16	تجارة النفط العالمية (مليون طن) في عام ٢٠١٥	١٥١
17	التوزيع الجغرافي لحقول الغاز في روسيا الاتحادية لعام ٢٠١٥	١٧٥
18	التوزيع الجغرافي لحقول الغاز الطبيعي في ايران لعام ٢٠١٥	١٧٨

19	حقول الغاز الطبيعي في قطر لعام ٢٠١٥	١٧٩
20	التوزيع الجغرافي لحقول الغاز الطبيعي في تركمانســـتان لعام ٢٠١٥	١٨١
21	التوزيع الجغرافي لحقول الغاز في الولايات المتحدة الامريكية لعام ٢٠١٥	١٨٣
22	التوزيع الجغرافي لحقول الغاز الطبيعي في دولة الامارات لعام ٢٠١٥	١٨٥
23	التوزيع النسبي لأكبر عشرة دول في العالم في احتياطي النحاس لعام ٢٠١٦	٢٧٦

المقدمة :

أصبحت مصادر الطاقة أهم الموارد الاقتصادية في عصرنا لا سيما وحياتنا تعتمد بشكل كبير عليها وفي مختلف القطاعات الاستهلاكية (المنزلية والصناعية والزراعية والتجارية والحكومية) ، بل أضحت دليل قوة وتقدم الشعوب والأمم وكذلك محور للصراعات الإقليمية والدولية سواء في السيطرة على منابعها أو في تأمين إمداداتها ، ومنذ القدم ارتبط الإنسان والمجتمعات البشرية بمصادر الطاقة لاعتماده على النار في التدفئة والطهي والدفاع عن النفس وصهر المعادن وعلى الرياح في ركوب البحار كقوة دفع وحركة لوسائط النقل المائي وكذلك على الشمس للتدفئة .

يعد التحدي الكبير في القرن الواحد والعشرين هو لسد الفجوة بين العرض والطلب على الطاقة والبحث عن مصارها النظيفة واكثر موثوقية وقليلة الكلفة ، لذا أخذت جميع دول العالم جاهدة في تأمين حاجتها من مصادرها وتطويع وتسخير التقنيات العلمية والتكنولوجية حتى أصبحت تستثمر مختلف الطاقات المتاحة على أفضل وجه مما أدى إلى تطورات سريعة في ميدانها لا سيما النفط والغاز والنووية والطاقات المتجددة كالشمسية والرياح والكهرومائية والجيوثرمائية والأمواج والحيوية وغيرها .

جاءت مفردات الكتاب بعشرة فصول تناول الفصل الأول الإطار العام لمصادر الطاقة ، مفهوم الطاقة ، مفهوم جغرافية الطاقة ، مناهج البحث في مصادر الطاقة ، تصنيف مصادر الطاقة ، تطور استهلاك الطاقة ، علاقة الطاقة مع العلوم الأخرى ،وحدات قياس الطاقة ، بينما تناول الفصل الثاني العوامل الجغرافية المؤثرة في استغلال مصادر الطاقة ، العوامل الطبيعية وتشمل الموقع الجغرافي ، التضاريس ،تركيب الصخور ،تصريف الأنهار ،أحجام السدود والخزانات ،المناخ ،كمية الاحتياطي ، سمك الطبقات ،النفاية النسبية ،قرب الخامات ومصادر الطاقة من سطح الأرض ،سعة الحقول ،نسبة المواد الغريبة والشوائب في المعدن ، أما العوامل البشرية وتشمل مرحلة التقدم الاقتصادي ،الطلب العالمي ،الحروب وعدم الاستقرار السياسي ، التطورات التكنولوجية ،السياسات الحكومية ،رأس المال ،أسعار الطاقة ،التلوث البيئي، وركز الفصل الثالث على مصدر الفحم ،أهميته ، أساسه الجيولوجي ، أنواعه ،العوامل المؤثرة في استغلال الفحم ،تعدين الفحم ،التوزيع الجغرافي لمناطق احتياطي وإنتاج الفحم ، التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في العالم ،التجارة العالمي للفحم . وتناول الفصل الرابع النفط، مفهوم النفط ، أهميته ، النظريات التي تفسر أصل ونشأة النفط ، النظرية العضوية ، النظرية اللاَعضوية ، مراحل تكوين النفط ، ضوابط المكامن النفطية ،أنواع المكامن النفطية ،هجرة وحركة النفط ، احتياطي النفط العالمي والعربي ، إنتاج النفط العالمي والعربي ،خصائص النفط العربي ، التوزيع الجغرافي لمناطق النفط في العالم ، التجارة العالمية للنفط ، وتناول الفصل الخامس الغاز

الطبيعي ، مفهوم وأنواع الغاز الطبيعي ، أهمية الغاز وخزنه ونقله ، العوامل التي ســـاهمت في نمو الطلب على الغاز الطبيعي ، احتياطي وإنتاج الغاز الطبيعي ،التوزيع الجغرافي لإنتاج الغاز الطبيعي ،التجارة العالمية للغاز الطبيعي ، وتناول الفصـل السـادس الطاقة النووية ، مميزات ومسـاوئ الطاقة النووية وإنتاجها ، في حين تناول الفصـــل الســـابع الطاقات المتجددة ، مفهوم الطاقات المتجددة ومميزاتها وعيوبها وأنواعها ، الطاقة الكهرومائية ،الرياح ، حرارة جوف الأرض ، الشـــمســـية ، الحيوية،المد والجزر ، الأمواج، طاقة النفايات ، بينما ركَز الفصـــل الثامن على الطاقة الكهربائية من حيث أنواع المحطات، التوزيع الجغرافي لإنتاج الطاقة الكهربائية ، التوزيع الجغرافي لاسـتهلاك الطاقة الكهربائية ، في حين تناول الفصل التاسع الثروة المعدنية ، مفهوم المعدن وأهميته، خصائص الثروة المعدنية في الطبيعة ، صـــناعة التعدين ،أهم أنواع المعادن، الحديد،النحاس ،الألمنيوم ،اليورانيوم ، وأخيراً تناول الفصـل العاشـر الصـراع والتنافس الإقليمي والدولي على مصـادر الطاقة ، الصـراع في منطقة الشرق الأوسط ، الصراع في قارة إفريقيا ، الصراع في منطقة وسط آسيا ، الصراع في منطقة بحر قزوين ، منظمات الطاقة الدولية .

ومما تجدر الإشـارة إليه أن مفردات الكتاب مطابقة لمشـروع تطوير وتحديث مناهج الجغرافية في الجامعات العراقية لعام ٢٠١٥/٢٠١٦ المقر من وزارة التعليم العالي والبحث العلمي والذي بدأ العمل به اعتباراً من العام الدراسي ٢٠١٧/٢٠١٨ .

الفصل الاول

الاطار العام لمصادر الطاقة

مفهوم الطاقة

استعمل مفهوم الطاقة Energy لأول مرة عام ١٨٣٠ من العالم ثوماس يونك Thomas Young و تعني النشاط وهي مأخوذة من اللغة اليونانية القديمة Energos مكونة من مقطعين هما En ومعناها (في) و ergon ومعناها (شغل) ومعنى ذلك ان الشيء ذو طاقة ،أي ان تعريف الطاقة يعني (القدرة على أداء شغل أو القوة الكامنة في أي مادة قادرة على أداء عمل) وهذه القوة لا ترى بالعين ولكنها تظهر بعدة صور مثل الطاقة الكهربائية والحركية و الحرارية والميكانيكية والكيميائية والنووية أو في شكل قدرة محركة بالاستعمال المباشر لمصادرها مثل الطاقة الكامنة في عضلات الانسان أو الحيوان وفي حركة الرياح وسقوط المياه كالمساقط المائية والشلالات والسدود.

مفهوم جغرافية الطاقة

تعد جغرافية الطاقة Energy Geography احد فروع علم الجغرافية عموماً والجغرافية الاقتصادية خصوصاً Economic Geography وتدرس جغرافية الطاقة مصادر الطاقة Sources Energy من حيث خصائصها وتنوعها والوقوف على توزيعها الجغرافي على مستوى العالم والاقاليم والدول ، كما تدرس العلاقة المتبادلة بين هذه المصادر وبين عناصر البيئة الطبيعية والبشرية وتحليل العوامل المؤثرة في إنتاج الطاقة وتوزيعها ونقلها واستهلاكها ، ومعرفة آثارها التنموية، فضلاً عن دراسة أهم المشكلات التي تعترض نموها وتطورها .

مناهج البحث في جغرافية الطاقة

يعد المنهج Approach من أدق وأهم المؤشرات التي تحدد شخصية العلم ووضوح مجالاته ومعرفة أبعاده وغاياته ، ويعرف المنهج في البحث العلمي بأنه الطريق المؤدي الى الكشف عن الحقيقة من خلال مجموعة من الخطوات المنظمة والعمليات الواعية والمبادئ العامة والطرائق العلمية التي يستعملها الباحث في دراسة ظاهرة معينة أو معالجة مشكلة محددة.

ويمكن تحديد المناهج التي تعتمد في دراسة جغرافية الطاقة بالآتي :

١- المنهج الإقليمي: Regional Approach

يدرس المنهج الاقليمي مصادر الطاقة ضمن اقليم معين (اقليم ، دولة ، أو أي وحدة ادارية في دولة) ويهدف هذا المنهج دراسة أنواع مصادر الطاقة واعطاء صورة واضحة عن امكانات الاقليم وتوضيح الصورة الحقيقية ومكانة الاقليم بما يحتويه منها .

٢- المنهج الموضوعي : Topical Approach

يعد هذا المنهج من أفضل مناهج لدراسة جغرافية الطاقة لانه يهتم بتحليل أحد مصادر الطاقة كالفحم أو النفط أو الغاز الطبيعي أو مصادر الطاقة المتجددة أو غيرها ،أي دراسة تحليلية واسعة

لخصائص هذا المصدر وعمليات استخراجه وإنتاجه وطرق ووسائط نقله وطبيعة استهلاكه ، فعند دراسة النفط على وفق هذا المنهج لابد أولاً من التعريف بالنفط وأصله ونشأته، ثم تحديد الإمكانات الجيولوجية المحددة للمكامن النفطية في الإقليم، ومن ثم دراسة التوزيع الجغرافي للحقول النفطية والآبار المنتجة وتمثيلها باستعمال الخرائط والصور الجوية وتقنيات الاستشعار عن بعد وتعليل أسباب هذا التوزيع وتباينه من مكان لآخر .

٣- المنهج الأصولي: Systematic Approach

يتميز هذا المنهج عن المناهج السابقة أنه يركز بشكل أساسي على عوامل الإنتاج والأصول والقواعد، إذ يعنى بدراسة الأسس والمبادئ والقوانين الاقتصادية ومستلزمات الاستثمار الاقتصادي لموارد الثروة المختلفة. فبالنسبة إلى استغلال مصادر الطاقة، لاسيما الأحفورية منها لا يمكن أن تستغل المصادر أينما وجدت وكيفما وجدت، بل لا بد من توافر بعض الشروط الأساسية مثل كمية الاحتياطي، وكيفية وجود هذه المصادر قريبة من السطح أو في الأعماق، ووفرة اليد العاملة ووسائل النقل، ورأس المال ،ومستوى التطور التكنولوجي وأثر الاستخراج في البيئة الطبيعية.

أن استعمال هذا المنهج منفرداً في دراسات جغرافية الطاقة قد لا يكون سليماً، لأنه لا يمكن أن يقدم صورة متكاملة عن النشاط الاقتصادي، غير أنه قد يكون ملائماً وإمكانية استعماله منفرداً مفيدة في الخطوات الأولى فقط في دراسات جغرافية الطاقة، وعادة يقترن هذا المنهج بالمنهج الإقليمي والموضوعي للوصول إلى دراسة متكاملة.

٤- المنهج التاريخي: Historical Approach

يسهم هذا المنهج في تتبع التطورات التي حصلت على اكتشاف مصادر الطاقة وفي تطورات إنتاجها واستهلاكها خلال مرحلة تاريخية معينة سواء على مستوى العالم أو في إقليم ما، اذ يعتمد الباحث هذا المنهج من خلال تقسيم المدة الزمنية التي تطور خلالها استخدام أي من مصادر الطاقة إلى مراحل، قد تختلف في طولها بحسب أهمية الدراسة ومدى عمقها، وتحديد خصائص كل واحدة من هذه المراحل، لإظهار أهم التطورات التي حدثت في تطور استعمال هذا المصدر، سواء التطورات في عمليات الاستكشاف والاستخراج أم تعدد الاستخدامات، وكثيراً ما يقرن هذا المنهج بالمنهج الإقليمي من أجل تضييق منطقة الدراسة لأجل الوصول إلى نتائج أكثر دقة وواقعية.

٥- المنهج التحليلي: Analytic Approach

يهتم هذا المنهج بدراسة مصادر الطاقة دراسة تحليلية كل مصدر على حده من حيث التحليل وايضاح الترابط بين المتغيرات واستعراض الافكار واجراء مقارنات للبيانات التي تخص المصدر مع بيانات وبحوث اخرى مشابهة ، ووصف دقيق للبيانات والمعلومات والخرائط والاشكال والرسومات البيانية الخاصة به لمعرفة نمط الإنتاج على الصعيد العالمي، ورصد خصائصه وحركته في الأسواق،

وحصـر أنواع الأسـواق ومواقعها. ويعالج هذا المنهج أي مصـدر من مصـادر الطاقة على أنَّه نظام متكامل (نظام الطاقة الكهربائية، نظام النفط ، نظام الغاز الطبيعي ،نظام الطاقة الشـمسـية) والنظام يتكون من مجموعة من العناصـر ترتبط فيما بينها بعلاقات، فتعدين النفط مثلاً يمثل نظاماً متكاملاً يتكون من عناصـر أسـاسـية هي حقول النفط والآبار المنتجة وخطوط النقل ومسـتودعات التخزين ومرافئ وموانئ التصـدير ومراكز الاسـتهلاك ، وتتكون منظومة الطاقة الكهربائية من محطات توليد الطاقة الكهربائية المختلفة الانواع كالبخارية والغازية والكهرومائية والديزلات ومحطات التحويل الثانوية مثل K.V(400) – K.V (132) ومن شبكة خطوط النقل والتوزيع والسيطرة .

٦- المنهج الرياضي (الكمي) : Quantitative Approach

يتمثل هذا المنهج بالتعبير الرمزي الرياضـي والاحصـائي كالأرقام البسـيطة والمباشـرة مثل كميات انتاج النفط في حقل معين وقد يكون تجريدياً كالمعلومات والمعطيات في مضـمونها يمكن تفسـيرها بطرق شـتى كالأرقام القياسـية أو المعادلات الرياضـية أو جداول ومتواليات حسـابية وهندسـية أو معاملات الترابط أو عمل المصـفوفة على ضـوء معاملات الارتباط أو الانحراف المعياري أو معاملات الاقتران أو معامل التركز أو بناء النماذج ، ويوفر هذا المنهج على الباحث الوقت والجهد في البحث عن المعلومات عند دراسـة أي من مصـادر الطاقة ، كما تسـهل عملية الدراسـة و التحليل، وتسـهل عملية استعمال الحاسبات الإلكترونية ونظم البرمجة في عملية التفسير والتحليل لخصائص أي مصدر من مصادر الطاقة قيد الدراسة .

٧- المنهج الوظيفي: Functional Approach

يهتم هذا المنهج بالتركيب الوظيفي للنشـاط الاقتصـادي أو لأحد أنماطه ، اذ يدرس التطورات التاريخية للنشـاط الاقتصـادي بدءاً بالمراحل الاولية للنشـاط ، فيدرس هذا المنهج العوامل البشـرية والطبيعية والاسـاليب التقليدية التي اثرت في مسـتويات الانتاج ، كما يدرس تحليل التركيب الوظيفي للنشاط الاقتصادي في تلك الفترة حتى يصل الى مستوى الوظيفة الحالية للإنتاج الاقتصادي مع الأخذ بـالاعتبـار التـأثير المتطور للمجتمع في الإنتـاج، اذ يتبين أن الارتبـاط الوظيفي يتطور مع تطور النشـاطات الاقتصـادية للإنسـان، حيث تكون هذه الارتباطات متدنية المسـتوى في الحرف الأولية، في حين تتعقد وتتشـابك الارتباطات الوظيفية في النظام الاقتصـادي المعقد ، ويحلل هذا المنهج الدور الوظيفي للإنتاج ومدى تأثره في النشاط الاقتصادي السائد في المنطقة .

تحول اسـتخدام المناهج الحديثة في جغرافية الطاقة من مجرد الوصـف وسـرد المعلومات الغزيرة عن مصـادر الطاقة المختلفة، إلى تحليل العوامل المؤثرة في إنتاج الطاقة ونقلها وتوزيعها واسـتهلاكها والمشـاكل والتحديات التي تواجهها على المسـتويين المحلي والعالمي، أي انتقلت إلى مرحلة التطبيق والإسـهام في حل مشـكلات الطاقة والتنبؤ بمسـتقبلها ، وذلك بالاسـتفادة من التطور الكبير الذي حدث في العلوم التطبيقية، والتقدم التكنولوجي غير المسبوق في أساليب توليد وإنتاج الطاقة.

ان اقتران اكثر من منهج في جغرافية الطاقة هو السائد في دراستها من اجل اغناء الموضوع ، اذ يستخدم المنهج الإقليمي سوية مع المنهج الموضوعي، والمنهج الوظيفي مع المنهج الرياضي والكمي والتحليلي.

تصنيف مصادر الطاقة

تصنف مصادر الطاقة على عدة أسس ومعايير على النحو الآتي :

١ – الأساس الفيزيائي:

وتصنف على اساسه إلى المصادر الآتيه :

أ–المصادر الأحفورية : وهي المصادر التي تكون تحت سطح الأرض، وتشمل من بقايا النباتات والحيوانات المتكونة خلال العصور المختلفة وتشمل (الفحم والنفط والغاز الطبيعي) .

ب–المصادر الطبيعية السطحية: و تضم المصادر التي تتكون فوق سطح الأرض أو في غلافها الجوي، منها (مساقط المياه الجارية والمد والجزر والرياح والاشعة الشمسية).

ج–المصادر الاصطناعية: وتضم المصادر كل ما قام الإنسان بتصنيعها ، كإنشاء السدود لتوليد الطاقة الكهربائية منها وصناعة غاز الطهي ووقود الإضاءة.

٢–مصادر الطاقة القديمة والحديثة :

يعتمد هذا التصنيف لمصادر الطاقة التقادم الزمني أو التاريخي منذ بدايات الانسان للاهتداء بمعرفة مصادر الطاقة واكتشافها وتشمل أولاً مصادر الطاقة القديمة خمسة مصادر طبقاً لتسلسل تطورها تاريخياً وتشمل الطاقة العضلية البشرية و الطاقة العضلية الحيوانية و الطاقة المنبعثة عند استخدام الاخشاب و جريان المياه وتساقطها و طاقة الرياح ، ثانياً مصادر الطاقة الحديثة وتشمل جميع مصادر الطاقة التي تعرف عليها الإنسان بشكل خاص بعد الثورة الصناعية وتحديداً بعد اكتشاف الآلة البخارية عام ١٧٦٩ م وتشمل كل من مصدر الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي والطاقة الكهربائية والطاقة الكهرومائية والطاقة النووية ، ونرى كما يرى العديد من الباحثين أن مصادر الطاقة المتاحة حاليا تعد قديمة وأن المصادر الحديثة هي الطاقة النووية والطاقة الشمسية وحرارة جوف الارض وطاقة الامواج والمد والجزر .

٣–مصار الطاقة العضوية واللاعضوية :

يطلق على هذا التصنيف كذلك بمصادر الطاقة الحية وغير الحية ، ويعتمد هذا التصنيف على الأصل والنشأة في التحديد ، فمن كان من اصل حي أطلق عليه مصادر الطاقة العضوية مثل طاقات الانسان والحيوان والفحم بنوعيه (الخشبي والحجري) والغاز الطبيعي والنفط (لمن يؤمن بالنظرية

العضوية في نشأة النفط) ، أما اللاعضوية وتشمل الطاقة النووية والكهرباء والرياح والشمس والنفط (لمن يؤمن بالنظرية اللاعضوية في نشأة النفط) .

٤- مصادر الطاقة القابلة للبقاء والقابلة للفناء :

يعتمد اساس التصنيف هذه المصادر على البقاء أو التجديد أو نضوب وفناء المصدر ، أي أن هناك مصـــادر للطاقة متجددة Renewable Sources مثل الطاقة الشـــمســـية والرياح والطاقة الكهرومائية وطاقة جوف الارض Geothermal وطاقة المد والجزر، وطاقة الأمواج والتيارات البحرية ، وهناك مصـادر للطاقة فانية وغير متجددة Non Renewable وتشـمل مصـادر الوقود الاحفوري Fossil Fuels كالفحم والنفط والغاز الطبيعي والوقود النووي التي تنتهي حال اسـتعمالها وتتناقص بالإنتاج والاستهلاك حتى تصل الى مرحلة النفاد والنضوب .

٥- على أساس الأهمية النسبية :

يمكن تصنيف مصادر الطاقة على اساس اهميتها النسبية في الهيكل الحالي لاستهلاك الطاقة لعام ٢٠١٥ ، وعلى أساس ذلك يمكن تصنيف مصادر الطاقة الى مجموعتين :

أ-مصـادر الطاقة الرئيسـة التي تسـهم بنسـبة ٨٥,٩% من اجمالي اسـتهلاك الطاقة وتضـم كل من النفط والفحم والغاز الطبيعي وبنسبة ٣٢,٩% و ٢٩,٢% و ٢٣,٨% من اجمالي استهلاك الطاقة لعام ٢٠١٥ وعلى التوالي ، ويعدُّ القطاع النفطي بشـقيه (النفط والغاز) المسـاهم الأول لمصـادر الطاقة، بدليل مساهمته بنحو ٥٦,٧% ،وبذلك يستحوذ النفط على ثلث مصادر الطاقة وهي نسبة عالية في ظل منافسة بدائل أخرى، الأمر الذي يعكس الأهمية النسبية الكبيرة له ، ومن أسباب بقاء واستحواذ القطاع النفطي المصدر الأبرز للطاقة منها ارتباط الحياة العصرية بالمشتقات النفطية مثل وقود السيارات والطائرات، كما يتم استعمال النفط والغاز كمواد أوَّليَّة للعديد من المنتجات اليومية من صناعات بتروكيمياوية وأسمدة ومشتقات نفطية وزيوت وشحوم ومستحضرات تجميل ومواد بناء، وغيرها.

ب- مصادر الطاقة الثانوية وتسهم بنسبة ١٣,٢% من اجمالي استهلاك الطاقة وتشمل كل من الطاقة الكهرومائية والطاقة النووية وطاقة الرياح وحرارة جوف الارض والطاقة الشـمسـية والطاقة الحيوية وبنســـب ٦,٨% و٤,٤% و١,٤% و٠,٩% و٠,٥% و٠,٠٠٠٥% وعلى التوالي من اجمالي استهلاك الطاقة لعام ٢٠١٥.

تطور استهلاك الطاقة

استعمل الانسان الطاقة منذ فجر التاريخ ولم يكن وليد الساعة ، فالإنسان منذ نشأته في حياته اليومية يحتاج طاقةً لانجاز أعماله وممارسة نشاطاته الاقتصادية و اصبح لها دور كبير في التقدم

الحضاري ودليل تقدم ورقي الشعوب والامم ، ويعكس استثمارها ارتفاع مستوى المعيشة لارتباطها بكل جوانب النشاط البشري ، لذلك يتزايد الطلب على الطاقة كماً ونوعاً يوماً بعد آخر.

ويمكن تحديد مجموعة من الحقائق طرأت على تطور استهلاك الطاقة وهي كالآتي :

١- أعتمد الانسان القديم منذ آلاف السنين وخاصة سكان الكهوف الطاقة الكامنة في جسمه والمتمثلة بقدراته العضلية وقوته البدنية لأجل الحصول على الطعام وتوفير الغذاء ولغرض تحريك الاشياء .

٢- نجح الانسان في استئناس الحيوانات واستعمالها في القيام بالأعمال التي يصعب عليه القيام بها، فاستعمل نوعا منها لركوبه وحمل اثقاله كالحمير والجمال والخيل والبغال والفيلة ، ونوعاً آخر مصدراً لغذائه كالغنم والبقر ، ولا تزال هذه الحيوانات الأليفة تقوم بهذا الدور الى اليوم وخاصة في البلدان النامية .

٣- اكتشف الانسان النار مصادفةً من خلال مشاهداته في اثناء حرائق الغابات بسبب الصواعق او احتراق الحشائش نتيجة ارتفاع درجة حرارة الجو، ادرك الانسان شدة حرارة النار فاستعملها للتدفئة والطهي ، ومنذ ذلك الحين تعد النار مصدر الطاقة الاول للتدفئة والطهي .

٤- تمكن الانسان من استغلال الفرق في منسوب المياه وقدرة الأنهار الجارية على تحريك جذوع الاشجار الطافية ونقلها مسافات طويلة فاستعملها مصدراً للطاقة من اجل تحريك ونقل امتعته من مكان الى آخر.

٥- عندما ادرك الانسان قدرة الرياح على تحريك الاشجار استعملها مصدر طاقة في تحريك جذوع الاشجار على المسطحات المائية كقوارب بدائية ، ثم اضاف عليها الشراع للتحكم باتجاهها ، فطور القوارب الشراعية ثم السفن الشراعية وسيلة للنقل في الانهار والبحار، ثم طور خلال القرون الوسطى طواحين الهواء التي تديرها الرياح واستخدمها مصدر طاقة لطحن الحبوب وتجهيز الغذاء.

٦- لاحظ الانسان قدرة المساقط المائية على نقل الرمال والاشجار وجرف الصخور وطورها خلال القرون الوسطى لتحريك الطواحين المائية لرفع المياه وري المزروعات وطحن الحبوب. ويمكن اطلاق (عصر اقتصاد الطواحين الهوائية والمائية) على العصور الوسطى التي امتدت حتى بداية عصر النهضة الاوروبية واختراع الآلات.

٧-اتسع نطاق تفكير الانسان بعد ان ازدادت متطلباته فاتجه نحو باطن الأرض ليكتشف في منتصف القرن الثامن عشر الفحم في باطنها ،فاستعمله في التدفئة وطبخ الطعام وتسيير الآلات البخارية لنقل الجنود وتحريك الجيوش. وارتبط الاقتصاد والتنمية والتطور الحضاري والسيطرة والنفوذ

السياسي للدول الاوروبية خلال القرن التاسع عشر بمقدار الفحم المستهلك في القاطرات البخارية ، حيث يمكن تسمية القرن التاسع عشر (قرن اقتصاد الفحم).

٨- اكتشف الانسان في نهاية القرن التاسع عشر النفط فاستعمله طيلة القرن العشرين على نطاق واسع مصدراً رئيساً للطاقة في كل مجالات الحياة كالطبخ والتدفئة والنقل وتوليد الكهرباء والزراعة والصناعة ، اذ تطورت مساهمته في استهلاك الطاقة من ٢٢,١% في عام ١٩٤٧ لترتفع الى ٤٦% عام ١٩٧٠% ثم ارتفعت لتبلغ ٥٢% عام ١٩٨٠ ، وفي عام ٢٠١٥ كان ٣٢,٩%.

٩- اكتشاف الغاز الطبيعي ثم تسييله واستعماله اولاً مصدراً للصناعات البتروكيميائية وصناعة الاسمدة ، ثم مصدراً للطاقة في مجالات متعددة. وقد تميز القرن العشرين بأنه (قرن اقتصاد النفط والغاز) فحصل تطور هائل في جميع المجالات لم يحصل مثيله في التاريخ الانساني نتيجة سهولة استخراج وتحويل واستخدام النفط والغاز مصدراً للطاقة ومادة اولية ، وازدادت مكانة الغاز الطبيعي في استهلاك الطاقة التي ارتفعت من ١,٥% عام ١٩٠٠ لترتفع الى ١٨% عام ١٩٧٠ وارتفع ٢٣,٨% في عام ٢٠١٥.

١٠- استثمر الانسان خلال القرن العشرين تدفق المياه الجارية في الانهار ،اذ طور بناء السدود والخزانات المائية لتوفير الماء للأغراض المنزلية والزراعية والصناعية وتوليد الطاقة الكهرومائية. وقد تطورت نسبة مساهمة الطاقة الكهرومائية من اجمالي استهلاك الطاقة من ٢,٤% في عام ١٩١٣ لتصل الى ٢,٥% عام ١٩٩٠ وبلغت اقصاها ٦,٦% في عام ٢٠١٥ .

١١- اكتشف في نهاية النصف الاول من القرن العشرين الطاقة الكامنة في الذرّة فاستخدمها في الحرب أداة للسيطرة والنفوذ والردع ، ومصدراً للطاقة العسكرية في تسيير الغواصات والبوارج البحرية و في توليد الكهرباء ،حيث ارتفعت مساهمة الطاقة النووية من ٣,٤% في عام ١٩٨٠ لتصل اقصاها بداية القرن الواحد والعشرون ٦,٢% ، ولم تستغل الطاقة النووية على نطاق واسع في جميع مجالات الحياة مصدراً للطاقة خوفاً من انتشارها وارتفاع كلفتها ومخاطر تلوثها الاشعاعي خصوصاً بعد حادثة انفجار مفاعل فوكوشيما في اليابان مما تراجعت اهميتها في سلم مصادر الطاقة بنسبة ٤,٤% عام ٢٠١٥.

علاقة الطاقة مع العلوم الاخرى

هناك علوم كثيرة تشترك في دراسة الطاقة مثل العلوم الطبيعية Physical Sciences مثل علوم الكيمياء والرياضيات وهي التي اكتشفت الخصائص الرئيسة لمصادر الطاقة ومميزاتها وصاغت قوانينها العلمية الخاصة بها وتدرس هذه العلوم تطور واستغلال مصادر الطاقة القديمة والحديثة والمتجددة ، اما علوم الارض كعلوم الجيولوجيا فهي تهتم بدراسة طبقات الارض وأسباب هيأتها الطبيعية وعلوم الجيوفيزياء التي تبحث بأنواع الصخور والمعادن والفلزات وعلم الاحياء وعلم الارصاد

الجوية الذي يهتم بدراسة مصادر الطاقة من خلال دراسة القياسات الخاصة بالإشعاع الشمسي ودراسة سرعة الرياح وتحديد اتجاهاتها وقياس كميات الامطار ومواسمها لغرض تحديد تصريف الانهار ، كما ساهم علم الفيزياء في تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية وطاقة حرارية من خلال عملية تحرير الالكترونات من الضوء ، أما العلوم التطبيقية (الهندسية) فهي تقوم بدراسة واعداد التصاميم والمشاريع الهندسية التي تعمل على استغلال مصادر الطاقة بدءاً من البحث والتنقيب والانتاج والنقل والتوزيع والاستهلاك ،وهناك علاقة مع علم الاقتصاد وما يتصل به من نظم من التسويق والنظم الاقتصادية والقوانين الحكومية وقيود العملة والعوامل التي تتحكم في اسعار مصادر الطاقة والتكاليف والارباح ، كما توجد علاقة مع علم السكان الذي يهتم بدراسة نمو السكان ومكوناتة وتركيبة وتوزيعة، اذ تظهر العلاقة مع السكان باعتبار ان الانسان هو المنتج والمستهلك الرئيسي لمصادر الطاقة وكذلك ان الاقاليم السكانية وطبيعة استهلاك الطاقة فيها هي التي تحدد اتجاهات ومسارات التجارة الدولية لمصادر الطاقة ، وهناك علاقة تربط مصادر الطاقة مع تقنية نظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information Systems) (GIS) فهي تعد من أهم التقنيات المستعملة في مجال اعداد قواعد البيانات وتحديد المواقع الجغرافية ، كما تمثل أداه هامة في تخطيط ورفع كفاءة الاستعمال لأي مصدر من مصادر الطاقة ،ويمكن تحديد أهمية نظم المعلومات في مصادر الطاقة على سبيل المثال من خلال إدخال خرائط على أجهزة الحاسوب مرتبطة بقاعدة بيانات تشمل بيانات كاملة عن العناصر الكهربائية والجغرافية الهامة ،وذلك بسبب النمو المتزايد في قطاع الكهرباء والطاقة ،حيث تساهم برنامج نظم المعلومات في اختيار افضل المواقع الجغرافية لإقامة محطات التوليد أو محطات التحويل ،وذلك باعتماد بيانات توزيع الأحمال على الشبكة ،واسعار الأراضي والمناطق ذات الطبيعة التضاريسية والجيولوجية الخاصة التي تمنع إقامة محطات فيها. كما يمكن استعمال تطبيقات نظم تكنولوجيا المعلومات الجغرافية في الاستكشاف والبحث عن البترول لأي منطقة وتحديد المكامن النفطية باعتماد المرئيات والبيانات الفضائية والصور الجوية والاستشعار عن بعد وعمليات التحليل المكاني لقاعدة البيانات الجغرافية ، كما يستعمل مخططوا الطاقة تقنية (GIS) لتقييم مجموعة متنوعة من السيناريوهات في مدى ملائمة المواقع الجغرافية عند التخطيط في انشاء توربينات الرياح وذلك من خلال انشاء قاعدة بيانات تحتوي مجموعة من المتغيرات المادية والبشرية والبيئية لمعرفة عوامل التأثير على ملائمة موقع توربينات الرياح .

وحدات قياس الطاقة :

١-الجول : يمكن عد وحدات قياس الطاقة هي وحدات الشغل نفسها فكلاهما يتم قياسة بوحدة الجول ورمزها (J) وسميت على اسم الفيزيائي الانجليزي جيمس بريسكوت جول . وفي نظام الوحدات الدولية ان (١) جول = واحد نيوتن متر

٢-الواط (Watt) : هو وحدة قياس القدرة الكهربائية ، أي ان الواط هو (جول لكل ثانية) وهو الشغل المبذول لتحريك كيلوغرام مسافة متر من الثانية الواحدة ، ويستخدم الواط كوحدة في حسابات الطاقة الكهربائية المنتجة والمستهلكة كما يمثل الواط الوحدة المستخدمة في حسابات الفاتورة الشهرية للقدرة الكهربائية المستهلكة ، ونظراً لصغر هذه الوحدة تستعمل مضاعفاتها وعلى النحو الآتي :

كيلو واط K.W =٣,٦ ميكاجول

كيلو واط K.W =١٠٠٠ واط

ميكاواط M.W =١٠٠٠٠٠٠واط

جياواط G.W= ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠ واط

تيراواط T.W =١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ واط

ويقاس إنتاج الطاقة على مر الزمن بميكاواط/ساعة

ميكاواط لمدة ساعة واحدة يساوي ١ ميكاواط ساعة من الطاقة

الأمبير (Ampere) : هو معدل انسياب الشحنة الكهربائية في حاملات الشحنة الكهربائية في نقطة معينة خلال دائرة كهربائية في ثانية واحدة .

الفولت (Volt) : هو فرق الجهد الكهربائي بين أي نقطتين في دائرة كهربائية ، اي زيادة أو انخفاض في الطاقة الكامنة المرتبطة بتحريك وحدة كمية من الشحنة الكهربائية من نقطة لأخرى.

٣-الوحدة الحرارية البريطانية(BTU) : تستعمل في المملكة المتحدة هذه الوحدة لقياس الطاقة وتساوي ١٠٥٥ جول ، وتعرف بأنها كمية الطاقة اللازمة لتسخين (١) باوند أو(١) رطل من الماء درجة واحدة فهرنهايت ، وتستخدم في محطات توليد الطاقة الكهربائية .

الفصل الثاني

العوامل الجغرافية المؤثرة

في

استغلال مصادر الطاقة

يعتمد استغلال مصادر الطاقة جملة عوامل متداخلة طبيعية وبشرية.

أولاً: العوامل الطبيعية :

١- الموقع الجغرافي :-

يؤثر الموقع الجغرافي على عمليات استغلال المعادن والإفادة من مصادر الطاقة من حيث قربها من التركز السكاني أو قربها من النشاط الصناعي أو تحتل موقعاً جيداً من القرب من الأسواق العالمية لغرض تصديرها بأقل كلفة وأبسط وسائط النقل فكلما قربت منافذ التصدير من نقاط الإستلام كلما كانت أُجور الشحن أقل مما يقلل من السعر.، كما هو الحال في مناجم الحديد حول بحيرة سوبريور في الولايات المتحدة الأمريكية أو في حقول فحم الدونتيز في أوكرانيا ، وكذلك ينطبق الحال في نفط الخليج العربي Arab Gulf Oil الذي أخذ مكانة ستراتيجية مهمة في ميزان النفط العالمي بصورة خاصة وفي ميزان مصادر الطاقة الأخرى بصوره عامة بفضل الموقع الجغرافي المميز للخليج العربي الذي يتوسط الأسواق العالمية الكبرى المستهلكة للنفط لا سيما في جنوب شرق آسيا وأوروبا . في حين توجد بعض مصادر الطاقة في مواقع معينة لكنَ استغلالها قد يعرقل بسبب موقعها الجغرافي الداخلي أو المتطرف مما يؤدي إلى ارتفاع تكاليف استغلالها أو بعدها عن مناطق استهلاكها .

٢- التضاريس :-

يظهر تأثير التضاريس في استغلال مصادر الطاقة بعدة أشكال ، منها تؤثر مواقع الأراضي غير المستوية والجبال والهضاب في حركة الرياح ومن ثم تكون هذه المواقع غير مشجعة في استثمار طاقة الرياح ، لذا فإن متوسط سرعة الرياح المطلوبة لا يمكن اعتمادها إلاَ في البيئات الريفية المفتوحة ، كما ان اختيار مواقع المحطات الكهرومائية يتأثر بعامل التضاريس ومستويات انحدار الانهار ، اذ تتميز مواقع الأودية النهرية العميقة التي تخترق فيها الانهار الجبال والتلال باجتذاب انشاء السدود والمحطات وذلك بسبب سهولة بناء السدود بارتفاعات عالية وتكاليف واطئة ، كما ان هذه الأودية العميقة تتميز بقلة النشاط الزراعي وانخفاض الكثافة السكانية ، اما المناطق السهلية المستوية تتصف بندرة وانحسار المحطات بالرغم من وجود السدود[١]، ويؤثر عامل التضاريس في تحديد مواقع استثمار طاقة المد والجزر من خلال تفضيل القنوات المائية الضيقة بالقرب من المرتفعات إذ تزداد فاعلية حركة التيارات البحرية فيها وتكون هذه المواقع مشجعة لإنشاء البحيرات والحواجز الاصطناعية لغرض الاحتفاظ بالمياه المتدفقة بفعل ظاهرة المد[٢] .

---

(١) – عبدالعزيز محمد حبيب ، الطاقة الكهربائية والتنمية في العراق ،دراسة في الجغرافية الاقتصادية،اطروحة دكتوراة ، بغداد ، ١٩٨٠ ، ص ١٥٥ .

(2) – http://www.tidalenergyltd.com/?page_id=1370

٣- تركيب الصخور :-

تعد الصخور الصلبة والمستقرة احد اهم متطلبات السدود في سبيل الحفاظ على المياه المخزونة ومنعها من التسرب لذا ينبغي اختيار المواقع التي تتسم صخورها بانعدام النفاذية ولهذا تكتسب المناطق الجبلية اهمية كبيرة في انشاء السدود بسبب وجود تكوينات صخرية صلبة مثل احجار الكلس والشرانس والجوديان والمارل والجيرية والحجر الرملي تلائم بناء السدود العالية .

٤- تصاريف الأنهار:-

تتاثر كمية انتاج الطاقة الكهرومائية بمعدلات تصريف الأنهار وحجم الإيراد المائي ، اذ تعاني المحطات الكهرومائية من تذبذب مناسيب المياه في السد نتيجة خفض الايرادات المائية بسبب التغيرات المناخية وتزايد موجات الجفاف أو نتيجة إنشاء مشاريع السدود والخزن للمياه أو بفعل تحويل مجاري مياه الأنهار في دول المنبع كما هو الحال عندما أنخفضت مناسيب نهري دجلة والفرات بعد انجاز تركيا لمشاريع وسدود ضخمة كمشروع الكاب الذي يتكون من (٢٢) سداً بطاقة خزن (١٠٠) مليار متر مكعب سنوياً ، أي ثلاثة أضعاف ما تخزنه سدود العراق وسورية مجتمعة . وبالرغم من وفرة المياه وجريانها المستمر لكنها تتسم بالتذبذب وعدم الانتظام خلال شهور السنة ، فهي تتدفق بكميات كبيرة في حالة التصاريف القصوى بعض الشهور ، بينما تتدفق بمقادير قليلة في حالة التصاريف الدنيا في بعض الشهور.

كما يفضل انشاء مشاريع السدود والمحطات الكهرومائية في المواقع التي تلتقي عند مقدماتها أغلب الروافد ومن أمثلة ذلك إنشاء محطة دربندخان الكهرومائية على نهر ديالى بعد إلتقائه بروافد سيروان وتانجرو وجمي ، وتأسيس مشروع دوكان في المكان الذي تلتقي عند مقدمته فروع جمي تيت وجمي ماوت وجم بستاسين وياسلم .

٥- احجام السدود والخزانات :-

يزداد انتاج الطاقة الكهرومائية بصورة طردية كلما ازداد فارق منسوب الماء بين مقدمة السد ونهايته أولاً وبين زيادة حجم الماء المخزون في السد ثانياً ، لذا توطنت أكبر المحطات وأكثرها انتاجاً عند مواقع السدود العالية والخزانات الكبيرة ، بينما اتجهت اصغر المحطات واقلها انتاجاً نحو السدود الواطئه والخزانات الصغيرة .

٦- المناخ :-

يظهر تأثير المناخ من خلال تطرف حرارته انخفاضاً أو تصاعداً أو جفافه الشديد يؤدي إلى خلق صعوبات أمام الإنسان المستثمر للثروة المعدنية ، اذ يصعب الاستثمار مع الثلوج، ومثل ذلك ينطبق على الصحاري الجافة والحارة . إلاّ إذا كان الطلب على ذلك المصدر مهماً ومغرياً ويتمتع بأهمية

خاصة كما هو الحال قيام التعدين في صحراء استراليا التي اكتشف معدن الذهب بها وشبه الجزيرة العربية والصحراء الكبرى عند اكتشاف آبار النفط ، وكان المناخ القاسي مسؤولاً عن صعوبة التعدين في حوض الأمازون في أمريكا الجنوبية والقارة القطبية الجنوبية (إنتراكتكا) .

ويظهر تأثير المناخ كذلك عند استثمار طاقة الرياح من خلال تحديد عاملين اساسيين هما سرعة الرياح واتجاهها ، اذ يتراوح الحد الادنى لسرعة الرياح بين (٤-٣) م/ثا يمكن ان تستثمر في انتاج طاقة من توربينات الرياح ولا تزال تتأثر طاقة الرياح بتقلبات الطقس وبحسب قانون معامل القدرة لقوة الرياح **Power Coefficient** فعند مضاعفة سرعة الرياح ينتج ثمانية أضعاف الطاقة وعند مضاعفة طول أذرع شفرات توربين الرياح يولد أربعة أضعاف الطاقة . كما تزداد كفاءة توربين الرياح كلما كان اتجاه الرياح ثابتاً ولا يتغير ، اي يكون اتجاه الرياح عمودياً على شفرات توربين الرياح[١] . وبصورة عامة ان المواقع الساحلية البحرية والتلال المكشوفة توفر ظروف الرياح الأكثر ملائمة مع سرعة الرياح التي تزيد باستمرار عن ٥م/ثا . وللتغلب على مشكلة تباين سرعة الرياح وتغير اتجاهها تمكنت التكنلوجيا الحديثة في تطوير توربينات ذات أجهزة استشعار للرياح تواجه مشكلة الرياح العكسية لتحويل التوربينات لمواجهة اتجاه الرياح المقبلة، كما تم تطوير أجهزة تحكم أوتوماتيكية تعمل على ايقاف التوربين في حال تكون سرعة الرياح عالية جداً أكثر من معدلها الذي تعمل به التوربينات من (١٣-٩٠) كم/ساعة[٢] .

ويتبين تأثير المناخ في استثمار الطاقة الشمسية التي تنتج من التفاعلات النووية الاندماجية أو مايسمى بالانصهار النووي **nuclear fusion** ، حيث تندمج أربعة بروتونات **protons** في ذرة الهيدروجين(H) مع اثنين من نيوترونات **neutrons** واثنين من بروتونات **protons** مع نواة الهيليوم(He) فتنتج طاقة هائلة في شكل الضوء والحرارة ، ويتم ٩٩% من الانصهار النووي وانتاج الطاقة في حيز ٢٤% من مركز نواة قطر الشمس ، وبعد هذا الحيز يتوقف الانصهار بالكامل ، ويتم تسخين بقية الشمس بالطاقة التي يتم نقلها من النواة من خلال الطبقات المتعاقبة وصولاً في النهاية الى الغلاف الضوئي الشمسي ثم الى الفضاء بشكل ضوء وحرارة [٣]، وتقدر أشعة الشمس التي تسقط على كل (١) سم^{٢} من الأرض بنحو سعرين (السعر أو الكلوري هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة (١) غرام من المادة (١) درجة مئوية) ، ويقدر ما يصل للأرض جزء من ألفين مليون جزء من طاقة الشمس ، في حال اذا حولت هذه الطاقة الى طاقة كهربائية فإنها تنتج ٤٠٠٠ مليون كيلو واط في

(1) - http://www.mpoweruk.com/wind_power.htm
(2) - https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/wind-energy
(3) - https://www.universetoday.com/75803/how-does-the-sun-produce-energy

اليوم ، وهي أكبر بنحو ٥٠٠ الف مرة من الطاقة التي تنتجها الولايات المتحدة ، وتقدر كمية الطاقة الشمسية التي تصل الى الأرض بأنها اكبر بنحو ثلاثة آلاف مرة من حجم الطاقة المستهلكة .

ويعتمد توافر الطاقة الشمسية الواصلة لأي موقع من الأرض على بعض الخصائص الجغرافية كالحالة المناخية لأي منطقة يعد بالغ الأهمية خاصة مقدار تغطية الغيوم التي ترتبط مع اختلاف الأنماط المكانية ، كما ان درجة دائرة العرض مهمة لتحديد زاوية الاشعاع الشمسي سواء اليومية أو الموسمية وعدد ساعات ضوء الشمس في كل يوم ، ، كما ان الاشعاع الشمسي يتصف بالاختلافات اليومية عبر ٢٤ ساعة من الليل والنهار ، وتبين هذه الاختلافات ما هو مطلوب لتوفير الطاقة بصورة مستمرة للمستعملين ، فالمناطق القريبة من خط الاستواء لديها إمكانات أكبر بكثير لإنتاج الكهرباء الشمسية من تلك أقرب إلى القطبين . كما تعمل الأشعة الشمسية على تسخين سطح الأرض بدرجات متباينة بين اليابسة والمسطحات المائية مما ينتج اختلاف في أنطقة الضغط الجوي ومن ثمَ تنشأ حركة الرياح التي يمكن استثمارها في توليد طاقة الرياح أو تعمل الرياح التي تهب بسرعة على سطح المحيطات بتشكيل الأمواج واستثمارها في انتاج طاقة الأمواج .

٧- كمية الاحتياطي :-

الاحتياطي هو عبارة عن حجم المعدن المخزون في باطن الارض ، وان الاحتياطي يتغير مع الزمن حسب الظروف التقنية ، والاقتصادية السائدة اتساعاً وزيادة أو انكماشا وتناقصاً ، وتقدر كمية الاحتياطي حسب سعة الحقل أو المكمن النفطي عرضاً وطولاً وسمكاً . فكثيراً ما يوجد من المعادن ومصادر الطاقة في إقليم ما أو دولة معينة لكنَ كمية الاحتياطي غير اقتصادية تحول دون استثماره لأن زيادة كميات المعدن الموجودة تمكن شركات التعدين من الإفادة من مزايا الإنتاج الكبير وأهمها التخصص والطاقات الإنتاجية الكبيرة فضلاً عن انخفاض كلفة إنتاج الوحدة . ثم انه إذا كانت الموارد المعدنية تستغل وطنياً وإقليمياً فإن ارتفاع حجم الاحتياطي يشجع ذلك على الاستثمار ويقوي القاعدة الاقتصادية للصناعات الوطنية التي تقوم عليها .

٨- سمك الطبقات :-

كلما كانت طبقات الرواسب المعدنية سميكة أصبح التعدين اقتصادياً والعكس صحيح ، ففي حقول منشوريا في الصين يصل سمك الطبقات الفحمية إلى ٤٠٠ قدم ، في حين يتراوح سمكها بين ٥ – ١٠٠ قدم في حقول الأبلاش الشمالية Inteaior Fields في الولايات المتحدة الأمريكية بينما يبلغ سمكها في إقليم الرور في ألمانيا الغربية حوالي ١٦ قدم .

٩- النفاذية النسبية Pressure :-

وهي السهولة واليسر الذي يتحرك به المعدن(النفط والغاز) في الفراغات البينية المتصلة بالصخور ، فإذا كانت الفراغات مشبعة بالنفط بنسبة ١٠٠% فإن معدل النفاذية النسبية والتدفق

الافتراضي هو ١٠٠سنتمتر مكعب في الثانية . أما إذا انخفضت نسبة التشبع للنفط عن ١٠٠% إذ يبدأ دخول نسبة من الغاز ٢٥% إلى الفراغات في الصخور ففي هذه الحالة سوف تقل النفاذية النسبية للنفط لتصل إلى ٧٥ سنتمتر مكعب في الثانية وهكذا .

١٠- قرب الخامات ومصادر الطاقة من سطح الأرض :-

حيث تتواجد مصادر الطاقة في اعماق مختلفة تحت سطح الأرض ، فإذا كانت قريبة من سطح الأرض أصبح تعدينها أسهل وأقل كلفة من تلك التي توجد في أعماق كبيرة وبعيدة عن سطح الأرض . إذ إن معظم حقول النفط في البلدان العربية تتسلم بضالة متوسطات الأعماق إذ تتراوح أعماقها بين ٧٠٠٠ – ١٤٠٠٠ قدم في حين إن غالبية حقول النفط الأمريكية تتراوح أعماقها بين ١٥٠٠٠ – ٣٠٠٠٠ قدم وان كلفة حفر القدم الواحدة بحدود ٩ دولارات بأسعار أول السبعينات من القرن العشرين . ويتم استخراج الغاز الطبيعي من أحد اكبر الحقول العالمية وهو حقل (بياض الثلج) في جزيرة ميلوكيا بالنروج في قعر المحيط المتجمد الشمالي.

١١- سعة الحقول Capacity Fields :-

التي تعتمد سمك الطبقات وانتظام امتدادها أو عدمه وطبيعة الطبقات المجاورة لها ، فضلاً عن المسافة distance بين الطبقات الفحمية المتتابعة أي سمك الطبقات التي تفصل بين الطبقات الفحمية بعضها عن بعض ومدى الالتواء والانكسار في هذه الطبقات .

١٢- نسبة المواد الغريبة والشوائب في المعدن :-

قد يتوفر معدن ما في مكان معين ويكون مختلطاً ويحتوي على مواد غريبة مما يعرقل عملية استغلاله فالولايات المتحدة الأمريكية لا تنتج سوى نسبة ضئيلة من معدن الألمنيوم وذلك لان هذا المعدن مختلطاً بمعادن أخرى مثل الكالسيوم والبوتاسيوم التي تجعل من عملية استخراجه غير اقتصادية بالرغم من ان الولايات المتحدة الأمريكية هي اكبر البلدان استهلاكاً للألمنيوم . وكذلك بالرغم من وجود الحديد بكميات ضخمة في إقليم اللورين في فرنسا لكنَ استغلال هذه الثروة قد تأخر كثيراً إلى نهاية القرن التاسع عشر وذلك لأن حديد اللورين يحتوي نسبة عالية من الفوسفور الذي لم يكن بالإمكان إزالته واستخلاصه إلا بعد اكتشاف طريقه Thomas في عام ١٨٧٩ . كما منعت الدول المتقدمة المدن الصناعية من استخدام وحرق الفحم الذي يحتوي نسبة عالية من الرماد والكبريت اللذين يزيدان ويسهمان في تلوث البيئة .

ثانياً : العوامل البشرية :

١- مرحلة التقدم الاقتصادي:-

هنالك علاقة طردية بين معدل النمو الاقتصـــادي وحجم الطلب على الطاقة ، تتصـــف الدول الصـناعية والدول المنتجة للطاقة لاسـيما النفط والغاز والفحم بأعلى معدلات اسـتهلاك الطاقة ويرجع ذلك إلى زيادة معدل النمو الصـــناعي والاقتصـــادي ، عكس الدول النامية التي تعتمد اقتصـــادياتها الزراعة .

٢- الطلب العالمي:-

يعتمد حجم الطلب لمصـادر الطاقة إعتماداً كبيراً في نمو الاقتصـاد العالمي وزيادة عدد السـكان، بلغغ معدل نمو الاقتصـاد العالمي عام ٢٠١٦ بحدود ٣,٧% مما زاد من الاسـتهلاك النفطي العالمي بمعدل ١,٧٦ %سنويا لا سيما في السنوات الخمس الاخيرة الماضية. وقد اثر ارتفاع أسعار النفط إلى مستويات قياسية في منتصف عام ٢٠٠٨ (١٤٧,٢٧ دولار) سلبيا على الاقتصاد العالمي وادى الى خفض الطلب العالمي على النفط ، ومن جهة اخرى فان انخفاض أسعار النفط انخفاضا حاداً لا سيما بعد منتصف ٢٠١٤ (اقل من ٤٠ دولار) أثر في ايقاف عجلة الاستثمارات في المشاريع النفطية ومن ثمَ يؤثر سـلباً في نمو الإمدادات النفطية في المسـتقبل. لذلك لا بد من وجود أسـعار نفط عادلة تعود بالفائدة إلى المستهلكين والمنتجين على حد سواء .

٣- الحروب وعدم الاستقرار السياسي :-

تؤثر الحروب و الصراعات والأزمات وحالة عدم الإستقرار السياسي في استثمار مصادر الطاقة من جانب وتأمين طرق إمداداتها . فعلى مر التاريخ شـهدت فترات الحروب زيادة كبيرة في طلب النفط وذلك لتخوف المستهلكين من الأوضاع الاقتصادية المتدهورة مما أدى بدوره إلى إرتفاع الأسعار بشكل كبير وأفضـل مثال على ذلك هو إرتفاع اسـعار النفط إلى ١٣٦ دولار للبرميل الواحد في عام ٢٠٠٨ اثر الحروب الحاصـلة في ذلك الوقت في كل من العراق وأفغانسـتان. كما تعاني مناطق واسـعة في إفريقيا انتشـار صـراعات تختلف في أسـبابها ، وتتباين سـياسـات ومواقف القوى الخارجية من تسـوية هذه الصـراعات، وتحاول حماية إمداداتها من موارد الطاقة الإفريقية التي أصـبحت خلال السـنوات الأخيرة جزءا من المخزون الاستراتيجي من النفط واليورانيوم الذي تعتمده القوى الكبري، خاصة الغربية والقوى الصـاعدة مثل الصـين والهند في تأمين احتياجاتها الاسـتهلاكية والتنموية . اذ تدخلت فرنسـا عسـكرياً في شـمال مالي وفي سـاحل العاج وأفريقيا الوسـطى وراوندا والنيجر لأخماد حركات التمرد وحماية مناطق منابع النفط والغاز ومناجم اليورانيوم والمعادن الأخرى كالماس .

٤-التطورات التكنولوجية :-

تعد درجة التقدم التكنولوجي التي تبلغها الدول من جهة و تباين وتطور تكنولوجيا الصناعة التي تستغل المعادن أو مصادر الطاقة كمادة أولية أو قوى محركة من جهة أخرى دوراً مهماً في استثمار مصادر الطاقة ، إذ كان للتحسينات التقنية التكنولوجية خاصة في عملية التكسير الهيدروليكي والحفر الأفقي أثراً كبيراً في زيادة المعروض من النفط لا سيما في الولايات المتحدة وكندا . ويتمّ استخراج النفط الصخري بواسطة المعالجة بالهيدروجين أو التحليل الحراري للمادة النفطية الموجودة في نوعٍ محدّد من الصخور، بهدف إنتاج نفط سائل أو غازي، يمكن تنقيته ليصبح معادلًا للنفط السائل التقليدي أو الغاز الطبيعي .وتبدأ العمليّة من خلال استخراج الصخور النفطيّة من المناجم، حيث يتمّ كسرها وطحنها، قبل معالجتها بواسطة منشآت وتجهيزات تركّب في موقع الاستخراج أو في مواقع أخرى. يتمّ بعدها مزج الصخور المطحونة مع مركّبات كيميائيّة وتعريضها لحرارة عالية. تختلف طريقة المعالجة النهائيّة من موقعٍ إلى آخر على وفق النوع المتوقع إنتاجه. وتتراوح معدّلات إنتاج النفط الصخري بين ٤,٥ % و١٣% من وزن الصخور المستعملة ، وذلك حسب طبيعتها ونوع العمليّة المستخدمة في التنقية والتكرير.

٥-السياسات الحكومية :-

تتمثل في وضع ستراتيجيات شاملة لتطوير قطاع الطاقة لأجل تنميته ورفع كفاءته وزيادة حجم الاستثمار فيه وفتح المجال أمام القطاع الخاص المحلي والأجنبي للإستثمار فيه وتشريع وتنفيذ اللوائح والقوانين التي تصب لصالح المستثمر ، وزيادة تكثيف الجهود في البحث والتنقيب عن مصادر الطاقة سواء الأحفورية منها أوالمتجددة وتوليد الطاقة الكهربائية وتعزيز مشاريع الربط الكهربائي الأقليمي وكذلك تطوير مشاريع مد أنابيب النفط والغاز،فضلاً عن ايجاد سياسات مشعة مدعومة بالرسوم المنخفضة ، ولا تقل مصادر الطاقة المتجددة في أهميتها في السياسات الحكومية المستقبلية عن أهمية تقنيات معالجة المخلفات وتقليل غازات الاحتباس الحراري.

٦-رأس المال :-

تتطلب مشاريع الطاقة لرأس مالاً كبيراً لغرض تغطية كلف البحث والتنقيب والتخطيط والانشاءات والبني التحتية وخطوط النقل والصيانة وغيرها ، ان تكاليف رأس المال لإنشاء محطة توليد الطاقة الكهرومائية هو مماثل لتكاليف رأس المال اللازم لبناء محطات الطاقة النووية، ولكن إلى حد ما أعلى من تكاليف رأس المال المطلوب لبناء محطات التوليد التي تعمل بالوقود الأحفوري ،ولأن المحطات الكهرومائية لا تحتاج إلى وقود ، وتتصف مصادر الطاقة المتجددة بارتفاع رأس المال اللازم لمشروعاتها مما يتطلب حاجتها للاستثمار الأجنبي .

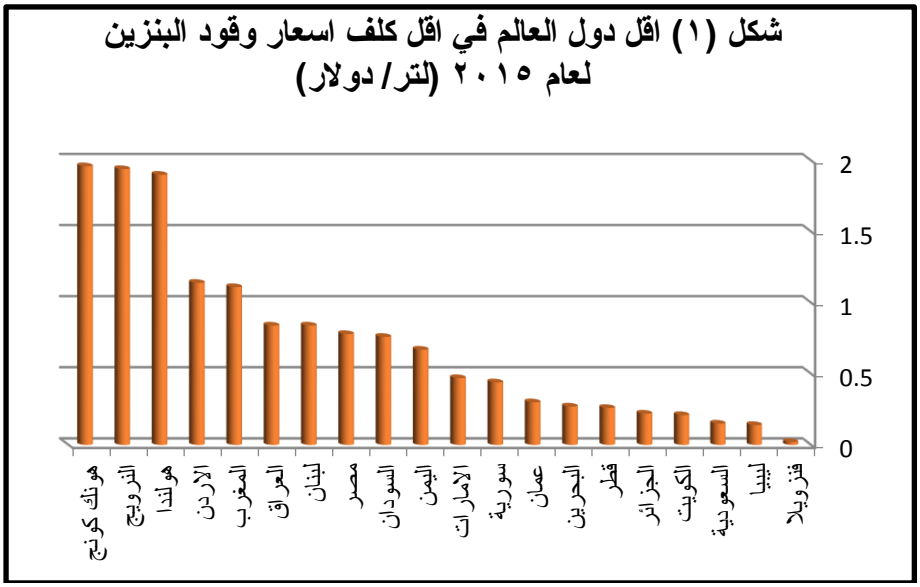
٧- اسعار الطاقة :-

تمثل اسعار بيع الطاقة المؤشر الأساس في تحديد حجم استهلاك مصادر الطاقة ،إذ تتميز أسعار الوقود في بعض مناطق العالم بأنها من بين الأرخص على مستوى العالم وذلك نتيجة الدعم الحكومي الكبير . اذ تعد فنزويلا وليبيا من أرخص أسعار الوقود في العالم ، وتحتل دول الخليج مكاناً متقدماً على مستوى العالم من حيث توفيرها لأسعار منخفضة للوقود عند مقارنة أسعار الوقود بمثيلاتها في الدول الأوروبية كما يتبين من الجدول (١) والشكل (١) فعلى سبيل المثال تحتل السعودية المركز الثالث عالمياً والثاني عربياً في قائمة أسعار البنزين البالغ ١٥ سنت لما تتميز به العربية السعودية من احتياطي نفطي كبير ، وحلت في المرتبة الثانية الكويت يبلغ سعر اللتر الواحد ٢١ سنت ،وتحل قطر في المرتبة الثالثة حيث يبلغ سعر اللتر الواحد ٢٦ لتر ، بينما حلت بالمرتبة الرابعة البحرين بواقع ٢٧ سنت للتر الواحد وفي المرتبة الخامسة حلت عُمان) بـ ٣٠ سنت ، اما في المرتبة السادسة تأتي الامارات المتحدة بواقع ٠،٥٧ سنت ، في حين يحل كل من العراق واليمن بالمراتب الاخيرة بواقع ٠،٦٧ و ٠،٨٤ سنت وعلى التوالي .

جدول رقم (١) أقل كلف اسعار وقود البنزين في بعض دول العالم في عام ٢٠١٥

الدولة	سعر لتر البنزين/ دولار	الدولة	سعر لتر البنزين / دولار
فنزويلا	٠،٠٢	اليمن	٠،٦٧
ليبيا	٠،١٤	السودان	٠،٧٦
السعودية	٠،١٥	مصر	٠،٧٨
الكويت	٠،٢١	لبنان	٠،٨٤
الجزائر	٠،٢٢	العراق	٠،٨٤
قطر	٠،٢٦	المغرب	١،١١
البحرين	٠،٢٧	الاردن	١،١٤
عمان	٠،٣٠	هولندا	١،٩٠
سورية	٠،٤٤	النرويج	١،٩٤
الامارات	٠،٤٧	هونك كونج	١،٩٦

المصدر: مستقبل أسعار الوقود في دول مجلس التعاون الخليجي http://www.arabgt.com



المصدر : باعتماد الجدول (١)

٨- التلوث البيئي :-

يعد انتاج الطاقة والتلوث عمليتان متلازمتان مما يجعل السيطرة على احداهما تساوي السيطرة على الأخرى ومن ثمَ فإن تقليل احداهما يؤدي بالضرورة إلى تقليل الأخرى. والسبب في ذلك هو أن عملية تقليل التلوث تتطلب إما تحويل موارد اقتصادية متاحة للمجتمع لعملية الإنتاج إلى استخدام السيطرة على التلوث مما يؤدي إلى رفع تكاليف الإنتاج أو تقليل الإنتاج مباشرة لضمان إنتاج كميات أقل من الملوثات.اذ يتسبب إنتاج الفحم في ظهور مشاكل عديدة من التلوث تضر بالبيئة مثل تشويه المناطق وتطاير الأجسام الدقيقة في الهواء وتسرب الملوثات إلى المياه الجوفية وما تسببه من أمراض تصيب العاملين في هذه الصناعة مثل الرئة السوداء ومخاطر كبيرة كانهيار المناجم، كما ينتج من حرقه أكاسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون والهيدروكربونات فضلاً عن الأجسام الدقيقة كالسناج والغبار والمواد الصلبة كالنفايات المتبقية من عملية الحرق، لذا فإن الفحم من مصادر الطاقة التي تسبب نسبة كبيرة من التلوث مقارنة مع المصادر الأخرى ولتقليل هذه المشاكل بدأت بعض الدول بتطبيق قوانين تفرض على مستخدمي الفحم إزالة الكبريت قبل حرقه أو استخدام الفحم ذو المحتوي الكبريتي المنخفض. إما النفط الخام لا يستعمل مباشراً إلا في حالات قليلة جداً ولكن الاستعمال الواسع يكون للمشتقات النفطية المختلفة وكذلك يعد كل من الغازولين وزيت الوقود من المصادر الأساسية للتلوث. أما بالنسبة لزيت الوقود فإنه يستخدم في إنتاج الكهرباء وتغطية احتياجات الصناعات من الوقود. ونظراً لارتفاع تكاليف فصل الكبريت فيحرق مباشراً مما يؤدي إلى انبعاث كميات كبيرة من

أكاسـيد الكبريت إلى الغلاف الجوي، لذلك فإن الاتجاه الحديث يضـع قيوداً على المصـانع ومحطات إنتاج الكهرباء عند حرق منتجات النفط ذات المحتوي الكبريتي وذلك للتقليل من الكميات المنبعثة من أكاسيد الكبريت. أما الغازولين المستعمل في معدات الاحتراق الداخلي فإنه يعد سبباً في انبعاث عدد من الملوثات الخطيرة وهي الغازات المختلفة كأول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات وأكاسيد الرصاص، وحديثاً بدأت نسبة الغازات المختلفة تتناقص بسبب اتجاه بعض الدول إلى فرض القيود المختلفة على السـيارات لزيادة كفاءتها. ولكن تطوير المعدات أدى إلى ظهور نوع آخر من التلوث وهو غاز أكسيد النيتروجين. أما كميات الرصاص المنبعثة إلى الهواء فقد قلت أيضاً بسبب الاتجاه نحو الغازولين الخالي من الرصـاص بعد أن تم تطوير وتحديث الطرق لرفع رقم الاوكتان للغازولين دون الحاجة لإضـافة الرصـاص إليه. كما يؤثر التلوث الناتج من الطاقة الكهرومائية على الكائنات الموجودة في الأنهار بسبب بناء السدود، أما التلوث الهوائي فهو غير موجود إطلاقاً وكذلك التلوث الحراري ضئيل جداً، ومكن عد بناء السدود نوعاً من التلوث البيئي بسبب ما قد يؤدي إليه من تشويه لمناظر الوديان الخلابة. تعد الطاقة النووية من المصادر الرئيسة للتلوث الإشعاعي في البيئة، ويأخذ التلوث الإشعاعي الناتج من الطاقة النووية أشكالاً عديدة منها الصلبة والسائلة والغازية، حيث ينتج التلوث السائل من إلقاء الماء الذي يحوي كميات صغيرة من المعادن المشعة في الأنهار وعادة لا يتم ذلك إلا بعد تخزين الماء لفترة ثم يصـفى عدة مرات للتخلص من أكبر قدر ممكن من المواد المشعة الموجودة فيه. أما الملوثات الغازية فتنتج من احتواء الأبخرة لبعض المواد الناتجة من عمليات الانشـطار وتنطلق الغازات عادة من أعمدة الدخان حيث تختلط في الغلاف الجوي ولكن لا يتم ذلك إلا بعد تخزين الغازات لفترة ثم تمريرها في مصافي مخصصة لجمع المواد المشعة. وأخيراً تأتي الملوثات الصلبة من مصدرين، الأول عن طريق تجميع المعادن المشعة في الماء والغازات وعادة ما يتم خلطها بالاسـمنت، والثاني عبارة عن أعمدة اليورانيوم المسـتخدمة كوقود في المفاعل النووي التي تسـتبدل سنوياً[١].

(١) – احمد محمد فراج ،مصادر الطاقة وتلوث البيئة ،
http://kenanaonline.com/users/amfk/posts/89050

الفصل الثالث

الفـــــحم

الفحم : Coal

استعمل الفحم في زمن الرومان واليونان ولكن استعماله كان على نطاق ضيق جداً ، وتدل النصوص التاريخية ان الصينيين كانوا يستعملون الفحم منذ عصور قديمة ترجع الى القرن الثاني قبل الميلاد ، اما في شمال غرب اوروبا الذي يعد مركز قيام النهضة الصناعية فان الفحم استعمل منذ عام ١٢٤٣م ،وكان فحم الخشب هو النوع السائد للتدفئة في البيوت وفي صهر المعادن ، ولكن عندما اخذ الاوروبيون يستنفذون مساحات واسعة من غابات اوروبا لأجل صناعة الفحم ، فضلاً عن استعمال قسم من اخشابها للأغراض المنزلية اصبح من الخطر الاستمرار في ذلك لأنه سيؤدي الى تدمير الغابات ، ولهذا بدأ استعمال الفحم الحجري مصدراً مثالياً للوقود منذ القرن السابع عشر ،وازدادت أهمية الفحم عندما اخترع العالم (جيمس واط) James Watt في القرن الثامن عشر وتحديداً عام ١٧٦٩م الآلة البخارية ، وازدادت اهميته كثيراً في القرن التاسع عشر بعد اكتشاف العالم (داري) طريقة تحويل الفحم الى مادة الكوك وهي المادة التي يتم الحصول عليها بعد عملية احتراق الفحم ، وبذلك اصبح الفحم الوقود المفضل في صناعة صهر المعادن وخاصة الحديد التي نمت كثيراً مع استعماله ، حتى اصبحت صناعة تعدين الفحم في مقدمة الصناعات الاستخراجية في العالم ، وبلغت كميات الفحم المنتج في عام ١٩٧٧ بحدود (٢٥٤٧,٥) مليون/طن وارتفعت في عام ٢٠٠٥ لتبلغ (٣٠٣٣,٦) مليون/طن ووصلت اقصاها في عام ٢٠١٥ لتبلغ (٣٨٣٠,١) مليون/طن .

أولاً :اهمية الفحم

تأتي أهمية الفحم من خلال الآتي :

١-يعد المصدر الرئيس لتوليد الكهرباء على مستوى العالم، حيث أسهم الفحم في ٢٠١٥ في إنتاج ٤١% من الكهرباء المولدة على مستوى العالم. ويزيد من أهمية الفحم إنه يوفر ما يقرب من ٢٩,٢% من احتياجات الطاقة العالمية ، ولا يتوقف استعماله في تشغيل محطات الكهرباء فحسب وإنما يدخل في إنتاج الطاقة الحرارية لتشغيل عدد مهم من الصناعات مثل الحديد والإسمنت. فعلى سبيل المثال يدخل فيما يقارب من ٧٠% من انتاج الحديد والصلب العالمي [١] .

٢- لانه مصدرٌ للمواد الاولية منها غاز للإضاءة وصناعة مادة فحم الكوك ، ويعد مادة اولية لصناعة الزيوت والمواد الطبية مثل النافتالين والسلفا والاسبرين ، كما يصنع منه المطاط الصناعي والاسمدة الكيمياوية والبلاستك والبترول الاصطناعي .

---

(١) – ابراهيم نوار البحث عن بديل: القيود البيئية والاعتبارات الاقتصادية لاستخدام الفحم http://www.acrseg.org/6872.

٣- يشكل المصدر الرئيس للطاقة في عدد غير قليل من دول العالم ، اذ شكل الفحم الحجري في عام ٢٠١٢ العمود الفقري للطاقة في الاتحاد الاوروبي اذ يسهم بنسبة ٨٨% من اجمالي انتاج الطاقة فيه[١] ، و٨٠% من انتاج الطاقة في الصين لعام ٢٠١٣ ، وفي الولايات المتحدة نسبة ٣٢,٦٢% و ١٢% من انتاج الطاقة في روسيا الاتحادية .

ثانياً :الأساس الجيولوجي للفحم

الفحم عبارة عن بقايا نباتات متحجرة في عصور سحيقة قبل ٤٠٠مليون عام ، وقد عرف العلماء أصل الفحم منذ عام ١٨٢٥ عندما أدركوا انه نوع من النباتات أو الأشجار تشبه أشجار السرخس حالياً تفحمت بعوامل جيولوجية وكيميائية معينة ، ويرى العلماء أن الأخشاب التي تفحمت كانت في الأصل من النباتات التي تلائمها الظروف المناخية المدارية أو المعتدلة الدافئة ذات الأمطار الدائمية ، وكان المناخ السائد آنذاك فوق المناطق التي تكون فيها الفحم حاراً ورطباً ، ويبدو أن هذه البقايا النباتية قد غمرت في مياه المستنقعات أو عند سواحل البحار الضحلة وترسبت فوقها رواسب ثقيلة من الرمال والحصى وسبب ذلك نشاطاً كيمياوياً سبب تحللاً لبعض أجزاء من النباتات وتركز فيها الكاربون في المواد السيلولوزية وتسمى هذه المواد النباتية المحللة جزئياً بالخثّ (peat) اي (نسيج نباتي متفحم)، ثم حدثت التغيرات الكيميائية الديناميكية Dynamic Chemical الناتجة عند الضغط الشديد نتيجة للرواسب الثقيلة التي تراكمت فوقها ونتيجة لحركات القشرة الأرضية. دفن الخث تحت غطاء من الرسوبيات إلى عمق يتوقف عنده النشاط البكتيري. وترتفع درجة الحرارة ويزداد الضغط كلما زاد عمق الدفن، مما يساعد على حفظ الخث وطرد الغازات منه والتخلص من مقدار كبير من الرطوبة الموجودة فيها وتؤدي تفاعلات كيميائية إلى زيادة نسبة الكربون فيه وتسمى هذه العملية بالتفحم، ومنها ينتج الفحم الحجري في المرحلة الأولى من مراحل تكوين الفحم فحمًا بنيًا داكن اللون يسمى اللكنايت Lignite (البني). وتستمر عملية التفحم بازدياد عمق الدفن فيتكون الفحم الحجري الصلب Hard Coal. وفي النهاية وبارتفاع درجة الحرارة والضغط إلى درجة كبيرة يخرج مُعظم الهيدروجين والأوكسجين والنيتروجين من الفحم الحجري السابق ويتكون فحم الانثراسيت (anthracite).

بدأت عوامل التعرية المختلفة مفعولها ونتيجة الحركات الأرضية المتكررة وجريان الأنهار أو انحسار البحار أو طغيانها على المناطق المنخفضة جلبت كميات كبيرة من الرمال والحصى والطين وأرسبتها في تلك المناطق التي تحتوي كميات كبيرة من الأشجار المطمورة . وهذا ما يفسر وجود طبقات متعددة من الرواسب المختلفة الأعمار فوق طبقات الفحم .

(1) - Coal Fuel For The 12 st Century, Belgium,2014,p5

ويعد العصر الكربوني قبل حوالي ٢٩٠- ٣٦٠ مليون عام أعظم عصور تاريخ الأرض نتيجة تشكل الفحم الحجري فيه ،وغطت المستنقعات أجزاء كبيرة من سطح الأرض في أثناء ذلك العصر، كما نمت نباتات السراخس الطويلة والنباتات شبيهة الأشجار في هذه المستنقعات وأنتجت بعد موتها كميات ضخمة من المادة المكوِّنة للفحم ،ويستلزم حوالي ١-٢ متر من مادة النبات المضغوط لإنتاج طبقة ذات سمك (٣)سم من فحم البتومين.

تكونت حوالي سبعة أعشار(١٠/٧) كمية الفحم الموجودة في العالم خلال الفترة الأولى للعصر الفحمي (Carbonic ferrous) اي قبل ٢٩٠ مليون سنة وتكون قسم آخر خلال عصر الجوراسي (Jurassic period) الذي يلي ذلك أي قبل حوالي ١٠٠مليون سنه ، وتكون القسم الثالث قبل حوالي ٧٥ مليون سنه في العصر الكريتاسي Cretaceous period . أما في عصر الآيوسين Eocene period والعصور الأحدث منه في الزمن الثالث أي قبل٤٠ـــ٦٠ مليون سنه فقد تكونت كميات هائلة من الفحم النباتي المسمى peat والذي لا يزال في حالة اللكنايت Lignite

تعد الطبقة الفحمية التي يبلغ سمكها ستة اقدام قابلة للتعدين ، وتتباين الطبقات الفحمية في سمكها فقد يصل سمك الطبقة الفحمية أقل من قدم بينما الآخر يبلغ أكثر من مائة قدم، اذ ان الطبقات الفحمية في بنسلفانيا تتراوح بين قدمين وعشرة اقدام في حين طبقة فحمية في أدفيل Adaville في الولايات المتحدة الامريكية يبلغ سمكها ٨٤ قداماً ، بينما في فوشون Fushun في منشوريا في الصين يصل الى ٤١٧ قداماً ، وليس هذا فقط بل ان التباين حتى في سمك الطبقات الفحمية الواحدة من منطقة لأخرى وذلك لعدم انتظام تراكم النباتات التي كونت الطبقة الفحمية ولاختلاف تأثير الطبقات الفحمية بتأثير عاملي الضغط والحرارة .

مما تقدم يمكن ان نستنتج عدة حقائق تتعلق بالأساس الجيولوجي للفحم وهي: .

١- إن أصل الفحم بأنواعه المختلفة عضوي ويرجع أصله إلى مواد نباتية تحولت بفعل عوامل الضغط والحرارة الشديدين وبمعزل عن الطبقة الهوائية ، وتولد الحوامض نتيجة التفسخ العضوي ومن ثَم تحولها إلى الفحم .

٢- ان معظم طبقات الفحم في العالم تكونت في عصر جيولوجي يعرف بالعصر الفحمي Carbonic ferrous اي قبل ٢٩٠ مليون سنه .

٣- ان جميع الطبقات الفحمية تنتشر في الصخور الرسوبية ، لكنَ هذا لا يعني وجود الفحم بالضرورة في جميع التكوينات الرسوبية بل احتمال وجود الفحم فيها .

٤- إن لعامل الزمن أثراً قوياً في تحول المواد النباتية إلى الفحم حيث نرى أن جودة ونوعية الفحم تتوقف على درجة أو مقدار تحول المواد النباتية إلى فحم التي هي بدورها تعتمد عامل الزمن ، ومن هنا يمكن القول إن أجود أنواع الفحم أقدمها عمراً وأقلها جوده أحدثها تكويناً.

٥- ليس هناك علاقة بين كثافة الغابات التي تحولت إلى فحم ونوعية الفحم ودرجة جودته ، إذ ان كثافة الغابات تؤثر على سـمك الطبقات الفحمية وليس على نوعية الفحم فالطبقات الفحمية السميكة في منطقه ما دليل على الكثافة العالية للنباتات في هذه المنطقة قبل تحولها إلى الفحم، في حين تعتمد نوعية الفحم العمر الزمني وطبيعة التحلل الكيميائي ونشـاط البكتريا اللاهوائية وكذلك عامل الضغط والحرارة المسلط على الطبقات الفحمية.

ثالثاً : انواع الفحم

يمكن تقسيم الفحم استناداً الى عدة أسس كخصائصه الطبيعية أو ظروف تكوينه أو استعمالاته أو استعماله في الصناعة إلى أنواع عدة ، فهناك الفحم المنتج للكوك Coke C0al والفحم المنتج للغاز Gas Coal والفحم المستخدم لإدارة الآلات locomotive Coal الذي يحترق بسرعة ويحتوي رماد أو مواد متطايرة قليلة.

ان أشهر التصانيف للفحم هو التصنيف المعتمد الطبيعة الكيمائية للفحم الذي يعتمد نسبة الكربون والشوائب فيه الذي تتوقف عليه جودة ونوعية الفحم ، فالمعروف انه كلما ازدادت نسبة الكربون وقلت نسبة الشوائب والرطوبة كان جيداً وان قلت نسبة الكربون وازدادت نسبة الشوائب والرطوبة كان رديئاً وقليل الجودة ، إذ ان الطاقة الحرارية للفحم تتوقف على مقدار ما فيه من كربون وعلى هذا الاساس يمكن تقسيم الفحم إلى الانواع الآتية :-

١. فحم الانثراسايت Anthracite :

تكون هذا النوع من الفحم قبل ٢٥٠ مليون سنه في العصر الفحمي ويتصف بالخصائص الآتية:

أ- اكثر انواع الفحم صلابة وجودة ويعرف بالفحم الصلب Hard Coal .

ب ـ تتراوح نسبة الكربون فيه بين ٩٠ـ٩٥% في حين تنخفض نسبة الشوائب والرطوبة إلى ٥% فقط .

ج - يشتعل في درجة حرارة مرتفعة ولا يحتوي الا على كميات صغيره جداً من الجزئيات المتطايرة ولهذا يكاد لا يعطي دخاناً كما انه يخلف قليلاً من الرماد لذلك استعمل في السفن الحربية سابقاً وفي الاغراض المنزلية حالياً لاسيما في المدن المزدحمة بالسكان .

د- ان الحرارة المتولدة منه عند الاحتراق عالية جداً ، حيث يعطي الكيلوغرام الواحد منه قدراً يتراوح بين ٨٠٠٠-٨٦٠٠ سعرة حرارية .

هـ- لونه اسود غامق .

و-أغلى انواع الفحم في العالم لصـــعوبة اســـتخراجه لأنه يتواجد في اعماق بعيدة وفي طبقات كثيرة الالتواءات والانكسارات، ولهذا تكون تكاليف استخراجه عالية جداً .

ز- يتصـــف بتوزيع جغرافي محدود وان نســـبة انتاجه لا تتجاوز ٦% من انتاج الفحم الكلي ، واهم مناطق توزيعه بنســـلفانيا الشـــرقية في الولايات المتحدة الأمريكية وجنوب ويلز في المملكة المتحدة.

ي- يســـتخدم في نطاق محدود جداً في الصـــناعة وذلك لزيادة تكاليف اســـتخراجه وقلته ومحدودية انتشاره .

٢- فحم البيتومين :- Bituminous

تكون هذا النوع من الفحم قبل (١٠٠) مليون سنه ويتصف بالخصائص الآتية :

أ- فحم غير صلب ويعرف بالفحم اللين Soft Cool .

ب- نسبة الكاربون فيه تقدر بين ٧٠-٩٠% و نسبة الرطوبة تتراوح بين ٥-١٨%.

ج – سهل الاحتراق ويحترق بلهب أصفر ذي دخان .

د- اسود اللون لا يتشقق عند تعرضه للهواء .

هـ- قيمته الحرارية مرتفعة إذ يعطي الكيلوغرام الواحد من الفحم البيتومين اكثر من ٧٠٠٠ ســـعرة حرارية .

و- واسع الانتشار ويقدر حوالي ٧٠% من اجمالي الفحم المستخرج في العالم من هذا النوع .

ز- يعد هذا النوع عماد صناعة الحديد والصلب ، إذ يستخدم في صناعة الكوك وهو من اهم مصادر الطاقة الحرارية اللازمة لصهر المعادن .

ي- يســـتعمل في انتاج الغازات ويســـتخلص من عملية تقطيره مشـــتقات هامة تدخل في كثير من الصناعات اهمها صناعة الأصباغ والمفرقعات ومواد الدباغة و المطاط والأحماض والأسمدة.

ن – يستعمل منه فحم الكوك (Coke) ويصنع منه فحم البواخر والمسمى (البنكر) .

٣- فحم اللكنايت Lignite :

تكون هذا الفحم قبل (٦٠) مليون سنه ويتصف بالخصائص الآتية :

أ- فحم صلب يسمى بالفحم الاسمر.

ب- نسبة الكاربون فيه بين ٦٠-٧٠ % في حين نسبة الرطوبة اكثر من ١٨% لذا فانه يبث كمية عالية من الدخان والشوائب المتطايرة عند الاحتراق .

ج- الحرارة المتولدة عند احتراقه تكون قليلة ، إذ ان الكيلو غرام الواحد منه يعطي (٥٠٠-٢٠٠) سعرة حرارية ، لذا فإنه يعد من الانواع الرديئة .

د- نظراً لخصائصه الرديئة لذا ارتبط استخدامه ببعض الصناعات وفي مناطق تفتقر إلى مصادر الطاقة الأخرى مثل المانيا وبعض دول شرق أوروبا ، وبذلك لا تشكل نسبة انتاج الفحم لهذا النوع في العالم سوى ١٥%.

رابعاً :العوامل المؤثرة في استغلال حقول الفحم

ليس كل حقل للفحم صالح للاستثمار وذلك لان عملية استثمار حقوله على اساس اقتصادي يتوقف على مجموعة من العوامل وهي :-

١- عمق الطبقات الفحمية من سطح الأرض .

٢- سمك الطبقات الفحمية .

٣- اتساع الحقل .

٤- انتظام امتداد الطبقات الفحمية أو عدمه .

٥- طبيعة الطبقات المجاورة للطبقات لاسيما درجة صلابة سقوف المناجم .

٦- المسافة بين الطبقات الفحمية المتتابعة وطبيعة سمك الطبقات التي تفصل بين الطبقات الفحمية بعضها عن بعض ومدى الالتواء والانكسار في هذه الطبقات .

٧- كمية المياه وسهولة صرفها .

٨- موقع حقول الفحم من مراكز الصناعة أو الاسواق الاستهلاكية .

٩- نوعية الفحم وجودته واهميته في الصناعة .

تحدد هذه العوامل تكاليف الانتاج ومن ثَم أمكانية استثمار حقول الفحم من عدمها ، اذ ان أفضل أنواع حقول الفحم التي يمكن استثمارها اقتصادياً هي تلك الحقول التي تقع الطبقات الفحمية فيها على عمق قليل من سطح الأرض ، وتتصف بانها حقول واسعة ذات احتياطي كبير ، والطبقات الفحمية فيها ذات سمك كبير وتمتد بشكل منتظم ، أما الطبقات المجاورة للطبقات الفحمية يفضل ان تكون خالية من الالتواءات والانكسارات ، وتتصف بصلابة سقف المنجم لتسهيل عملية تعدين الفحم ، كما ينبغي ان تكون عملية تصريف المياه سهلة من الحقل ، فضلاً عن توافر الانواع الجيدة من الفحم في هذه الحقول كذلك موقعها القريب من المراكز الصناعية والأسواق الاستهلاكية .

تنخفض تكاليف الانتاج في مثل هذه الحقول التي تتوفر فيها هذه الشروط والمواصفات والعوامل وتزداد فيها معدلات الإنتاج وتكون صالحة اكثر من غيرها للاستثمار بعكس الحقول الفحمية الصغيرة والواقعة في مناطق نائية بعيدة عن المراكز الصناعية والاسواق الاستهلاكية التي تتصف بعكسه

بسمك طبقاتها الفحمية وينعدم انتظام امتداد هذه الطبقات فضلاً عن كثرة الالتواءات والانكسارات في الطبقات المجاورة للطبقات الفحمية وتتصف بانها طبقات هشة غير صلبة لذا فان عملية امكانية استثمارها بشكل اقتصادي في الوقت الحاضر قليلة وذلك لارتفاع تكاليف استخراج الفحم فيها وانتاجياتها واطئة لكنَ هذا لا يعني ان هذه الحقول ستبقى كذلك في المستقبل ، فهذه الحقول ستبقى احتياطياً للمستقبل يبدأ الإنسان في استثمارها بعد ان ينفذ ما لديه من حقول الفحم الجيدة التي تتوافر فيه شروط الانتاج الاقتصادي ، كما ان التقدم العلمي والتكنلوجي من شأنه ان يسهم في امكانية استثمار هذه الحقول على اساس اقتصادي في المستقبل وذلك من خلال تخفيض تكاليف الانتاج .

خامساً: تعدين الفحم

يستخرج الفحم من باطن الأرض بطرق عديدة وتؤثر هذه الطرق تأثيرا كبيراً على تكاليف الانتاج ، إذ ان أي طريقة تعتمد عمق الطبقات الفحمية ، واهم طرق تعدين الفحم هي :-

١- طريقة التعدين السطحي :- strip Mining

تستعمل عندما لا تتجاوز عمق الطبقات الفحمية عن (١٥٠) متر ، بالرغم من ان استخراج الفحم في هذه الطريقة يتأثر كثيراً بالظروف المناخية (البرودة الشديدة والامطار الغزيرة) التي تحد من عملية الانتاج وتسبب موسمية العمل ، لكنَ انتاجية العمل عالية جداً بسبب امكانية استعمال وسائل التقنية المعاصرة للتعدين كما ان تكاليف الانتاج الواطئة (حوالي ثلاث مرات اقل مما هو عليه بالتعدين بواسطة الحفر(Shaft Mining) وذلك لعدم الحاجة إلى استعمال المساند الخشبية التي تحمل الطبقات الصخرية التي تحيط بالمناجم الفحمية من الاعلى والجوانب فضلاً عن إلى ان استخراج الفحم في هذه الطريقة يتم في ظل الظروف الصحية المناسبة للأيدي العاملة.

٢- طريقة التعدين بواسطة الحفر :- Shaft Mining

تستعمل عندما تكون طبقات الفحم بعيدة (اكثر من ١٥٠) متر ، وقد يصل عمق المناجم إلى حوالي ٦٠٠ متر إذ تزود هذه المناجم بالمصاعد الكهربائية لرفع الفحم إلى السطح ، كما تفتح انفاقاً أفقيةً حيث يوجد الفحم ويجلب إلى الفوهة الرئيسة لدفعه إلى سطح الأرض تستعمل هذه الطريقة من التعدين المساند الخشبية بكميات كبيرة (٣٥) متر مكعب من المساند الخشبية لاستخراج كل الف طن من الفحم ،كما ان استخراج الفحم يتم في ظروف غير صحية ، ومن الصعب ادخال وسائل التقنية الحديثة في التعدين مما يؤدي إلى انخفاض انتاجية العمل وزيادة تكاليف الإنتاج هذا فضلاً عن عدم امكانية استخراج جميع الرواسب الفحمية (حوالي نصف الرواسب الفحمية تبقى في المناجم).

٣- التعدين الجانبي Drift Mining

تستعمل عندما تكون طبقات الفحم مكشوفة على سطح تل أو جبل أو هضبة أو حتى على جانب وادٍ ، وفي هذه الطريقة تحفر الانفاق عادة بصورة جانبية أو افقية مخترقة الطبقات الفحمية.

سادساً: التوزيع الجغرافي لمناطق احتياطي وانتاج الفحم

١- احتياطي الفحم :

قُدرت احتياطيات الفحم في العالم عام ١٩٤٨ بحدود (٦,٣) مليون طن[١]، وارتفعت في عام ٢٠٠١ لتصل (٩٨٤,٤٥٣) مليون طن ، بينما بلغ اجمالي الاحتياطي المؤكد Proved Reserves من الفحم لعام ٢٠١٥ كما يتبين من الجدول (٢) والشـــكل (٢) بحدود (٨٩١٥٣١) مليون طن ، ويمثل اجود انواع الفحم الانثراسـايت والبيتومين نسـبة ٤٦% من اجمالي الفحم بينما تشـكل الانواع الاقل جودة مثل فحم الليكنايت نسـبة ٥٤% ، ويتركز اكثر من نصـف احتياطي العالم للفحم وبنسـبة ٥٧% في ثلاثة دول وهي الولايات المتحدة وروسيا الاتحادية والصين وبنسبة ٢٦,٦% و ١٧,٦% و ١٢,٨% على التوالي ، كما يتوزع اكثر من ثلث احتياطي العالم من الفحم وبنسبة ٣٤% في سبعة دول وهي اسـتراليا والهند والمانيا واوكرانيا وكازاخسـتان وجنوب افريقيا واندونيسـيا وبنسـب ٨,٦% و ٦,٨% و ٤,٥% و ٣,٩% و ٣,٨% و ٣,٤% و ٣,١% وعلى التوالي ، في حين تنتشـر النسـبة المتبقة والبالغة ٩% في اكثر من اربع وعشرون بلداً .

(١) – عبدالمنعم عبدالوهاب وآخرون ،جغرافية النفط والطاقة ، بغداد ، ١٩٨١ ، ص ٣٩٦ .

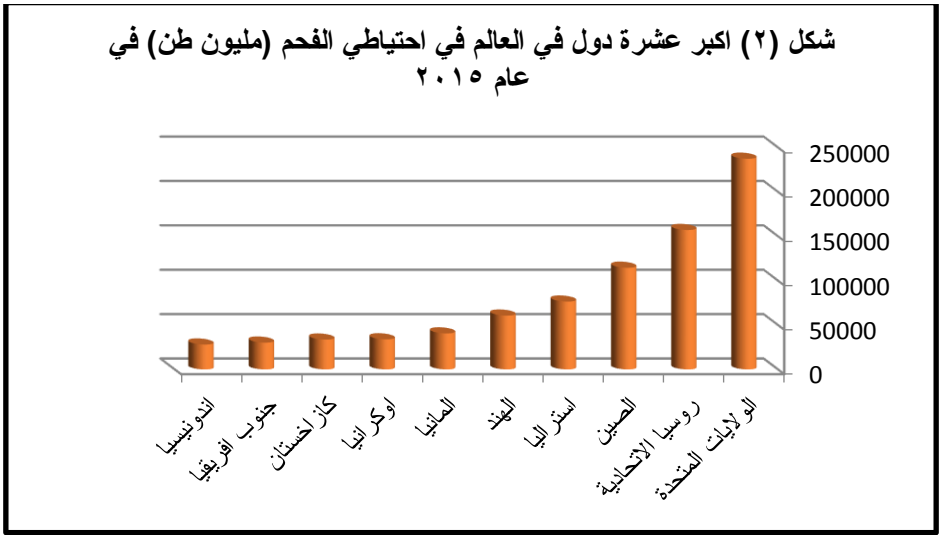
جدول (٢) التوزيع الجغرافي لاحتياطي الفحم (مليون طن) في العالم لعام ٢٠١٥

اسم الدولة	الاحتياطي	النسبة%	اسم الدولة	الاحتياطي	النسبة %
الولايات المتحدة	237295	26.6	باكستان	2070	0.2
روسيا الاتحادية	157010	17.6	اوزبكستان	1900	0.2
الصين	114500	12.8	هنغاريا	1660	0.2
استراليا	76400	8.6	تايلاند	1239	0.1
الهند	60600	6.8	المكسيك	1211	0.1
المانيا	40548	4.5	التشيك	1052	0.1
اوكرانيا	33873	3.9	نيوزيلاندا	571	0.1
كازاخستان	33600	3.8	اسبانيا	530	0.1
جنوب افريقيا	30156	3.4	زمبابوي	502	0.1
اندونيسيا	28017	3.1	فنزويلا	479	0.1
صربيا	13411	1.5	اليابان	347	0.03
تركيا	8702	1	رومانيا	291	0.03
كولومبيا	6746	0.8	المملكة المتحدة	228	0.02
البرازيل	6630	0.7	فيتنام	150	0.01
كندا	6582	0.7	كوريا الجنوبية	126	0.01
بولندا	5465	0.6	اخرى لم تذكر	10612	1.1
قبرص	3020	0.3	اجمالي العالم	891531	100
منغوليا	2520	0.3			
بلغاريا	2366	0.3			

BP Statistical Review of World Energy , 2016 .p30

bp.com/statistical review BP stats

شكل (٢) اكبر عشرة دول في العالم في احتياطي الفحم (مليون طن) في عام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (٢) .

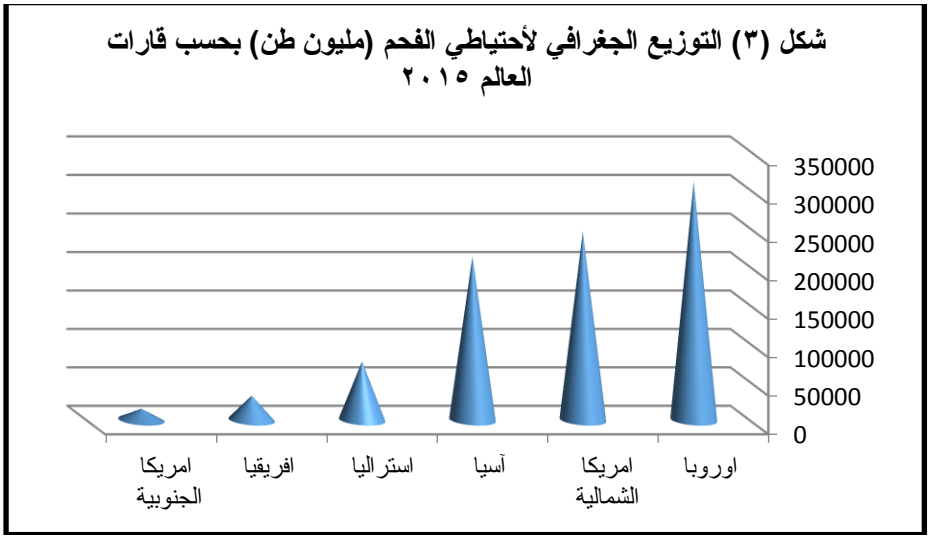
اما على مستوى قارات العالم كما يتبين من الجدول (٣) والشكل (٣) انه يتركز ٨٧% من اجمالي احتياطي العالم من الفحم لعام ٢٠١٥ في النصف الشمالي من الكرة الارضية ، وتتصدر اوروبا العالم المرتبة الاولى باحتياطي يبلغ (٣١٠٥٣٨) مليون طن وتمثل نسبة ٣٤,٨% ، ثم تحتل امريكا الشمالية المركز الثاني والبالغة (٢٤٥٠٨٨) مليون طن وتشكل نسبة ٢٧,٥% ، بينما تحتل آسيا المرتبة الثالثة والبالغة (٢١٣٠٥٠)مليون طن وبنسبة ٢٣,٧% ، ثم تليها في المرتبة الرابعة استراليا وبكميات بلغت (٧٦٤٠٠) مليون طن ،وتشكل نسبة ٨,٥% ، وتحتل المرتبة الخامسة افريقيا وباحتياطي بلغ (٣١٨١٤) مليون طن ،وبنسبة ٣,٦% ، وتأتي امريكا الجنوبية في المرتبة الاخيرة وبكميات بلغت (١٤٦٤١) مليون طن وبنسبة ١,٦%.

جدول (٣) التوزيع الجغرافي لاحتياطي الفحم على مستوى قارات العالم في عام ٢٠١٥

اسم القارة	كمية الاحتياطي	%النسبة
اوروبا	310538	34.8
امريكا الشمالية	245088	27.5
آسيا	213050	23.7
استراليا	76400	8.5
افريقيا	31814	3.6
امريكا الجنوبية	14641	1.6
المجموع	891531	100

BP Statistical Review of World Energy , 2016 .p 30.

BP.com/statistical review BP stats 2016 .



المصدر: باعتماد الجدول (٣) .

يرجع تركز التوزيع الجغرافي لاحتياطي الفحم في النصف الشمالي من الكرة الأرضية وافتقار النصف الجنوبي لهذا المصدر المهم من مصادر الطاقة للاسباب الآتية :-

أولاً : طبيعة التكوين الجيولوجي لقارات النصف الجنوبي ، فمعظم تكوينات هذه القارات أما تكوينات قديمة سبقت العصر الفحمي وأما تكوينات حديثة بعد العصر الفحمي، وفي كلا الحالتين يندر وجود الفحم فيها فالقارة الافريقية مثلاً تتكون من صخور نارية قديمة باستثناء الطرف الجنوبي منها حيث اضيفت للقارة في زمن الحركات الألبية ، أما قارة امريكا الجنوبية فأجزاؤها الغربية عبارة عن سلاسل جبال الأنديز الحديثة التكوين واجزاؤها الشرقية عبارة عن تكوينات قديمة متمثلة بهضبة البرازيل وغيانا وبتاغونيا ، وفيما يتعلق بقارة استراليا هي الأخرى معظم اجزائها عبارة عن تكوينات قديمة تسبق العصر الفحمي أو حديثة تكونت بعد العصر الفحمي باستثناء الاجزاء الشرقية وهي المناطق التي يوجد فيها الفحم .

ثانياً :- سيادة المسطحات المائية في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية حيث تبلغ نسبة الماء ٨١% مقابل ١٩% لليابس ، في حين تنخفض نسبة المسطحات المائية في النصف الشمالي إلى ٦١% فقط مقابل ٣٩% لليابس .

٢- انتاج الفحم :-

يقتصر استعمال الفحم حتى القرن السابع عشر في المناطق المجاورة لتعدينه وللأغراض المنزلية وبعض الصناعات اليدوية ، ثم تأثر تطور انتاج الفحم منذ القرن الثامن عشر بمجموعة من العوامل:

١-تناقص الاخشاب بسبب كثرة استعمالها في صناعة فحم الاخشاب وفي بناء السفن وللأغراض الانشائية الأخرى، حيث كان استعمالها لغايه منتصف القرن التاسع عشر تشكل بحدود ٧٠% من مصادر الطاقة مما سمح بزيادة انتاج الفحم .

٢- اكتشاف العالم (داري) عام ١٧٠٨ طريقة تحويل الفحم الى مادة الكوك وهي المادة التي يتم الحصول عليها بعد عملية احتراق الفحم قد حرر هذا الاكتشاف صناعة الحديد من اعتمادها الكلي على الخشب من جانب ، كما ان التطور والتوسع الذي حدث في انتاج الحديد والصلب ادى بدوره الى زيادة انتاج الفحم وذلك لزيادة الطلب عليه.

٣- ازدادت أهمية الفحم عندما اخترع العالم (جيمس واط) James Watt في القرن الثامن عشر وتحديداً عام ١٧٦٩م الآلة البخارية ، مما ساعد على توسيع عمليات تعدين الفحم ، اذ امكن بواسطتها من السيطرة على المياه التي تتسرب داخل المناجم ،وتحسين ظروف التهوية داخلها ، فضلاً عن زيادة اعماق المناجم والوصول الى الطبقات الفحمية البعيدة عن السطح.

٤-اسهم استعمال الآلة في هبوط كلفة انتاج الفحم ومن ثم رخص اسعاره مما كان له الأثر في توسع سوق الفحم وزيادة إنتاجه .

٥- ادى دخول آلة البخار في قطاع النقل والصناعة ، وتعدد اوجه استعمالاته وخاصة في تسيير القطارات التجارية والبواخر والسفن التجارية ،وفي الصناعة والتوسع في انتاج الحديد ثم الصلب الى زيادة الطلب على الفحم لأنه اصبح يستعمل مادة اولية وتوليد القوى بالتوسع في الصناعات الكيمياوية انعكس ذلك على زيادة الطلب على انواع الفحم وحتى الرديئة منها كالليكنايت .

وهناك مجموعة من الحقائق يمكن ملاحظتها في تطور انتاج الفحم كما يتبين من الجدول (٤) والشكل (٤) منها :

١-تضاعفت كميات انتاج الفحم منذ منتصف القرن التاسع عشر وحتى بداية القرن الحادي والعشرين بحدود (٥٨) مرة .

٢-ان معدلات نمو الانتاج للفحم كانت بنسب كبيرة منذ بدايات القرن العشرين والسبب في ذلك يرجع ان في تلك الفترة كان الفحم يعد المصدر الرئيس لمصادر الطاقة ولم تكتشف بعد مصادر الطاقة الاخرى كالنفط والغاز الطبيعي .

٣-تراجع معدلات نمو انتاج الفحم خلال النصف الثاني من القرن العشرين نتيجة منافسة مصادر الطاقة الاخرى كالنفط والغاز الطبيعي ، وتراجعت بشكل كبير مع نهاية القرن العشرين بسبب تفاقم مشكلة الاحتباس الحراري التي يتسبب بها مصدر الفحم بشكل كبير .

٤-تزايد معدلات الانتاج مع بدايات القرن الواحد والعشرين التي بلغت (٤٧٢٥,٦) مليون طن لعام ٢٠٠٠ وارتفعت اقصاها في عام ٢٠١٥ لتصل (٧٨٦١,١) مليون طن ، ويرجع سبب تلك الزيادة خلال هذه الفترة نتيجة استعمال نسبة كبيرة من انتاج الفحم والبالغة ٤٠% في توليد

الطاقة الكهربائية في العالم ،اذ تعتمد حوالي ٧٠ دولة الفحم في إنتاج الطاقة والكهرباء وعلى رأسها الولايات المتحدة والصين والهند وألمانيا وفرنسا وبولندا[١]،

٥- يدخل كمزيج للطاقة في العديد من الصناعات على رأسها صناعة الإسمنت التي تعتمد في إنتاجها الفحم بنسبة ٩٥% ، كذلك تميزت هذه الفترة بارتفاع معدلات اسعار النفط والغاز الطبيعي مما اسهم ذلك في عودة الدول باعتماد الفحم .

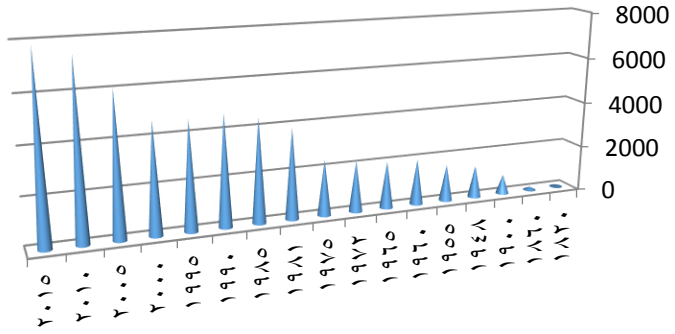
جدول (٤) تطور انتاج الفحم في العالم (مليون طن) للمدة ١٨٢٠-٢٠١٥

السنة	الانتاج	نسبة النمو	السنة	الانتاج	نسبة النمو
١٨٢٠	١٥	-	١٩٨١	٣٩١٢,٣	٣٩
١٨٦٠	١٣٦	٨٩	١٩٨٥	٤٤٧٧,٧	١٣
١٩٠٠	٨٤٦	٨٤	١٩٩٠	٤٧٦٩	٧
١٩٤٨	١٤١٥	٤١	١٩٩٥	٤٦٤٠,٩	٣-
١٩٥٥	١٥٩٩	١٢	٢٠٠٠	٤٧٢٥,٦	٢
١٩٦٠	١٩٨٦	٢٠	٢٠٠٥	٦١٠٣,٤	٢٣
١٩٦٥	٢٠٤٥	٣	٢٠١٠	٧٤٨٤,٤	١٩
١٩٧٢	٢٢١٩,٩	٨	٢٠١٥	٧٨٦١,١	٥
١٩٧٥	٢٤١٢,١	٨			

المصدر: ١- عبدالمنعم عبدالوهاب وآخرون ،جغرافية النفط والطاقة ، بغداد ، ١٩٨١ ، ص ٣٧٣ .

2-BP Statistical Review Of world Energy,jun 2016.

شكل (٤) تطور انتاج الفحم (مليون طن) في العالم للمدة ١٨٢٠-٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (٤) .

(١) - هبة محسن، حقائق عن استخدام الفحم في توليد الطاقة
http://www.masrawy.com/news/News_Economy/details

يشير الجدول (٥) والشكل (٥) الى ان توزيع انتاج الفحم حسب الدول كالآتي :

١-تسيطر الصين على نصف الانتاج العالمي تقريباً من الفحم وبنسبة ٤٧,٧% من اجمالي انتاج العالم في عام ٢٠١٥ .

٢- يتركز أكثر من ثلث انتاج العالم من الفحم وبنسبة ٣٢,٨% في اربع دول وهي الولايات المتحدة الامريكية والهند واستراليا واندونيسيا وبنسب ١١,٩% و ٧,٤% و ٧,٢% و٦,٣% وعلى التوالي.

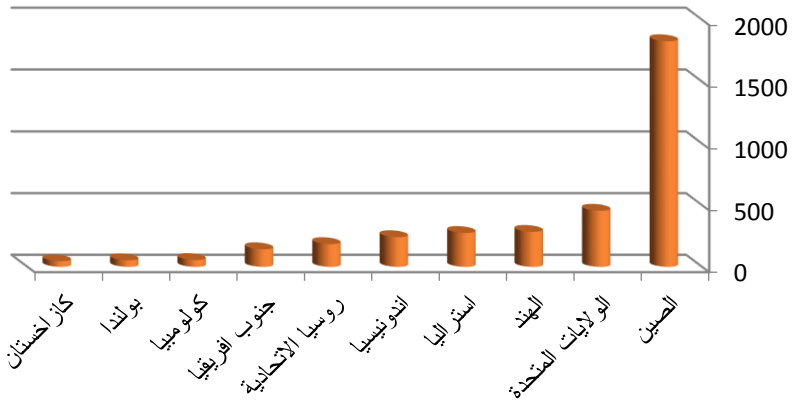
٣- تنتشر النسبة المتبقية والبالغة ١٩,٥% من انتاج الفحم في بقية دول العالم .

جدول (٥)الدول المنتجة للفحم في العالم (مليون طن مكافئ نفط) لعام ٢٠١٥

اسم الدولة	الانتاج	النسبة%	اسم الدولة	الانتاج	النسبة %
الصين	1827	47.7	المكسيك	7	0.2
الولايات المتحدة	455.2	11.9	قبرص	6	0.2
الهند	283.9	7.4	بلغاريا	5.9	0.2
استراليا	275	7.2	المملكة المتحدة	5.3	0.1
اندونيسيا	241.1	6.3	رومانيا	4.8	0.1
روسيا الاتحادية	184.5	4.8	تايلاند	4.4	0.1
جنوب افريقيا	142.9	3.7	البرازيل	3.4	0.1
كولومبيا	55.6	1.5	زمبابوي	2.7	0.1
بولندا	53.7	1.4	نيوزيلاندا	2	0.1
كازاخستان	45.8	1.2	هنغاريا	1.5	0.03
المانيا	42.9	1.1	باكستان	1.5	0.03
كندا	32.1	0.8	اسبانيا	1.2	0.03
فيتنام	23.3	0.6	اوزبكستان	1.1	0.02
التشيك	16.4	0.4	كوريا الجنوبية	0.8	0.02
اوكرانيا	16.4	0.4	فنزويلا	0.6	0.01
منغوليا	14.9	0.4	اليابان	0.6	0.01
تركيا	11.7	0.3	اخرى لم تذكر	51.7	1.3
صربيا	7.3	0.2	اجمالي العالم	3830	100

BP Statistical Review Of world Energy,jun 2016.

شكل (٥) اكبر عشرة دول في العالم في انتاج الفحم (مليون طن مكافئ نفط) في عام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (٥) .

٤- حدث تغير كبير في هيكل الاهمية النسبية للدول المنتجة للفحم ، ففي الربع الاخير من القرن العشرين كما يتبين من الجدول (٦) و والشكل (٦) انه كانت روسيا (الاتحاد السوفيتي) سابقاً تحتل المرتبة الاولى في الانتاج العالمي للفحم ، ففي عام ١٩٧٦ كانت تحتل نسبة ٢٧,٤% من الانتاج العالمي ، تليه الولايات المتحدة الامريكية وبنسبة ٢٣,٥% ، بينما كانت الصين تحتل المرتبة الثالثة وبنسبة ١٧,٨%.

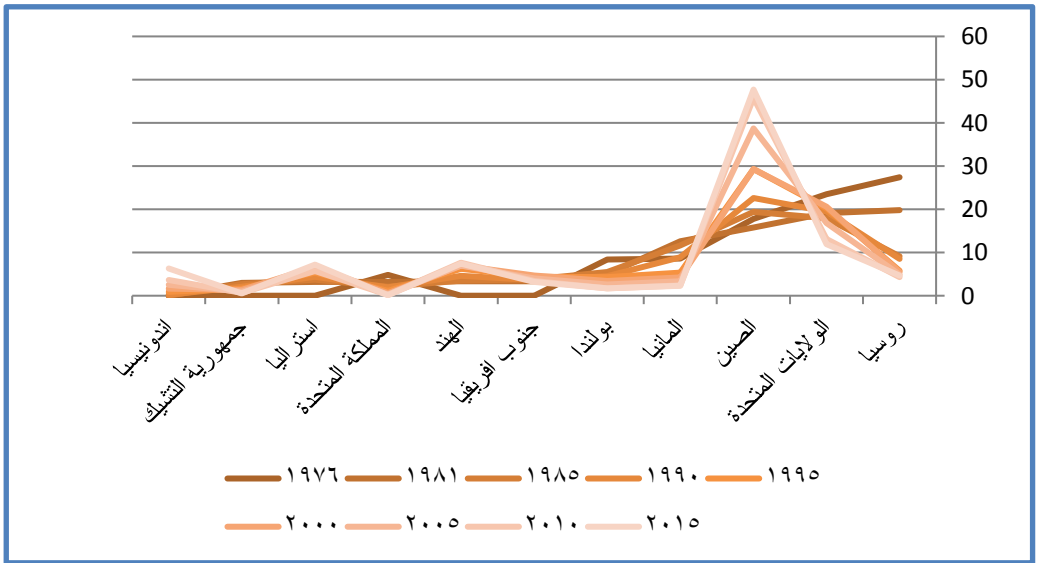
٥- تراجعت اهمية بعض الدول في انتاج الفحم خلال نصف قرن وتحديداً خلال المدة (١٩٧٦-٢٠١٥) وتشمل كل من روسيا والولايات المتحدة والمانيا وبولندا والمملكة المتحدة وجمهورية التشيك ، بينما شهدت بعض الدول خلال هذه المدة تطوراً كبيراً في اهميتها في انتاج الفحم وتشمل كل من الصين والهند واستراليا واندونيسيا .

جدول (٦) تغير الاهمية النسبة لا نتاج الفحم عالمياً بحسب اهم الدول للمدة (١٩٧٦-٢٠١٥)

اسم الدولة	1976	1981	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
روسيا	27.4	19.8	9.1	8.5	5.8	5.5	4.9	4.3	4.7
الولايات المتحدة	23.5	19.1	17.9	19.5	20.2	20.6	16.8	13.1	11.9
الصين	17.8	15.8	19.4	22.6	29.3	29.3	38.7	45.8	47.7
المانيا	8.6	12.6	11.6	8.9	5.3	4.2	3.3	2.4	2.3
بولندا	8.4	5	5.5	4.5	4.3	3.4	2.6	1.7	1.7
جنوب افريقيا	0	3.3	3.8	3.6	4.4	4.7	4	3.4	3.2
الهند	0	3.3	3.5	4.6	6.2	7	7	7.6	7.4
المملكة المتحدة	4.8	3.2	2.1	1.9	1.1	0.6	0.3	0.2	0.1
استراليا	0	3.2	3.7	4.4	5.3	6.6	6.2	5.7	7.2
جمهورية التشيك	0	3	2.7	2.1	1.6	1.3	1	0.7	0.5
اندونيسيا	0	0.01	0.05	0.2	0.9	1.6	2.5	3.6	6.3

BP Statistical Review Of world Energy,jun 2016.

شكل (٦) تغير الاهمية النسبية للدول المنتجة للفحم للمدة (١٩٧٦-٢٠١٥)



المصدر : باعتماد الجدول (٦) .

اما على مستوى قارات العالم كما يتبين من الجدول (٧) والشكل (٧) :

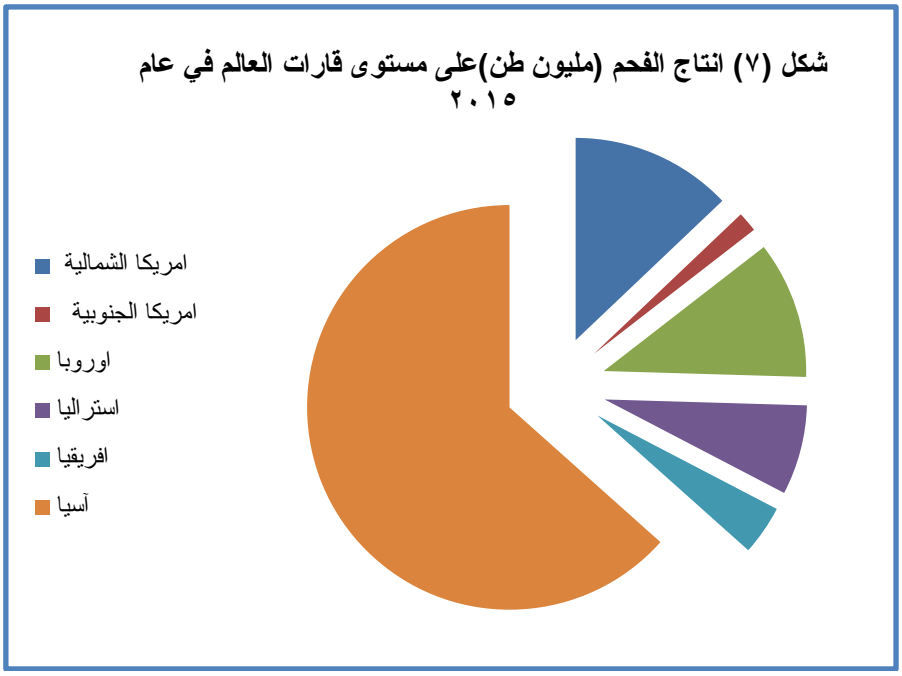
١-يتركز ٨٧,٤% من اجمالي انتاج العالم من الفحم لعام ٢٠١٥ في النصف الشمالي من الكرة الارضية ، في حين يسهم القسم الجنوبي بنسبة ١٢,٦% .

٢-تتصدر قارة آسيا المرتبة الاولى في إنتاج العالم من الفحم والبالغ (٢٤٢٨,٣) مليون طن وتمثل نسبة ٦٣,٣% ثم تحتل امريكا الشمالية المركز الثاني والبالغة (٤٩٤,٣) مليون طن وتشكل نسبة ١٢,٩% بينما تحتل اوروبا المرتبة الثالثة والبالغة (٤١٩,٦)مليون طن وبنسبة ١٠,٩% ثم تليها في المرتبة الرابعة استراليا وبكميات بلغت (٢٧٥) مليون طن ،وتشكل نسبة ٧,١% ، وتحتل المرتبة الخامسة افريقيا وباحتياطي بلغ (١٥١,٥) مليون طن وبنسبة ٣,٩% وتأتي امريكا الجنوبية في المرتبة الاخيرة وبكميات بلغت (٦١,٣) مليون طن وبنسبة ١,٦%.

جدول (٧) كميات انتاج الفحم على مستوى قارات العالم في عام ٢٠١٥

اسم القارة	الانتاج (مليون طن)	النسبة %
آسيا	2428.3	63.3
امريكا الشمالية	494.3	12.9
اوروبا	419.6	10.9
استراليا	275	7.1
افريقيا	151.5	3.9
امريكا الجنوبية	61.3	1.6
المجموع الكلي	3830	100

BP Statistical Review Of world Enegy,jun 2016.



المصدر : باعتماد الجدول (٧) .

سابعاً :التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في العالم

١- الولايات المتحدة الأمريكية :-

تمتلك الولايات المتحدة الامريكية احتياطياً من الفحم بلغ في عام ٢٠١٥ (٢٣٧٢٩٥) مليون طن وبذلك يشكل نسبة ٢٦,٦% من اجمالي احتياطي العالم ، في حين بلغ اجمالي انتاجها لعام ٢٠١٥ (٤٥٥,٢)مليون طن ويشكل نسبة ١١,٩% من مجموع الانتاج العالمي .

ويمكن تحديد اهم مناطق الانتاج في الولايات المتحدة الأمريكية للفحم كما يتضح من الخارطة (١) بما يأتي :-

أ- حقول الأبلاش The Appalachian Fields :

تعد هذه الحقول اكثر الحقول انتاجاً للفحم في العالم إذ تمتد من ولاية بنسلفانيا شمالاً حتى ولاية الباما جنوباً وقد كانت ارض هذه المنطقة عبارة عن مرتفعات تغطي تحتها مساحات واسعة من الفحم لكن بمرور الزمن حولتها عوامل التعرية إلى تلال متقطعة حتى ظهرت الطبقات الفحمية على سفوح بعضها أو على جوانب الأودية . وتتمتع هذه الحقول بموقع جغرافي ممتاز ساعدها على شحن كميات هائلة من الفحم بواسطة السكك الحديدية إلى موانئ البحيرات العظمى في الشمال وإلى الموانئ الكبيرة في شمال شرق الولايات المتحدة مثل نيويورك ، فيلاديلفيا

وبالتيمور ، كذلك ترتبط هذه الحقول ايضـاً بواسـطة الطريق النهري فيشـحن إلى مدينة بتسـبيرج Pittsburgh وسنساتي Cincinnati ، وتنتج هذه الحقول كل فحم الانثراسايت في الولايات المتحدة الأمريكية و (٧٥%) من مجموع انتاج الفحم البيتومين وتنقسم هذه الحقول إلى :

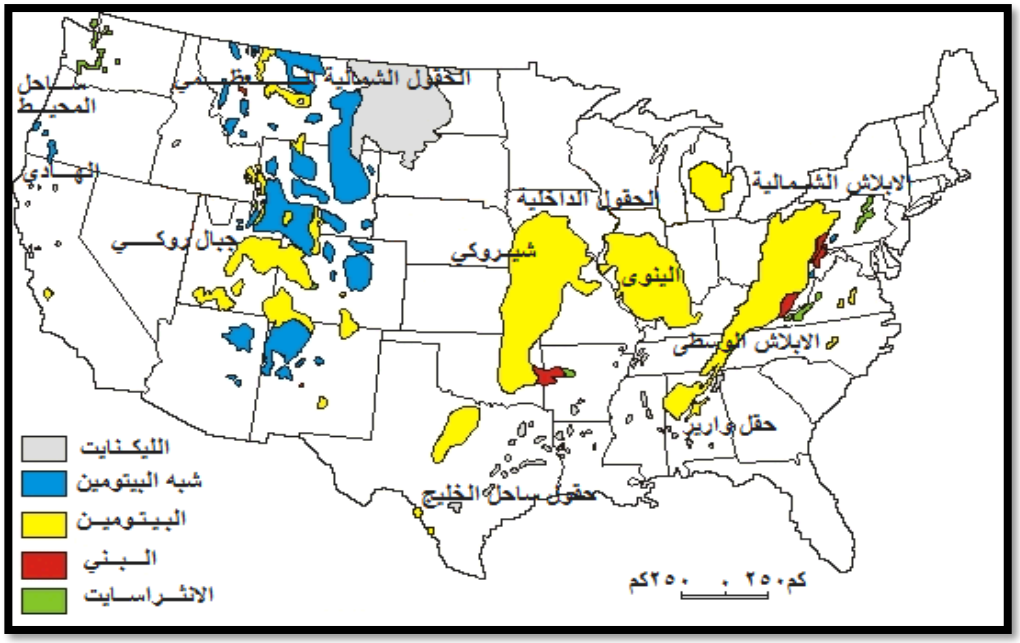
١- حقول الأبلاش الشمالية :-

تنتشـــر هذه الحقول في ولايات (بنســـلفانيا ، أوهايو ، فرجينيا ، كنتكي) وتمتاز بان طبقات الفحم فيها افقية وسـميكة إذ يتراوح سـمكها بين (١٠٠-٥) قدم كذلك تمتاز بقلة بعدها عن سـطح الأرض ، وتنتج هذه الحقول الفحم الجيد نوع الانثراسـايت الذي يعتمد مسـاحة ٤٨٠ ميلاً مربعاً في شـمال شـرق ولاية بنسـلفانيا ، ويبلغ الانتاج السـنوي من فحم الانثراسـايت (٤٠) مليون طن وبنسـبة ٢٠% من مجموع انتاج العالم من فحم الانثراسايت يتركز في الولايات المتحدة .

٢- حقول الأبلاش الجنوبية :-

يعد حقل وارير Warrior من اهم حقول الأبلاش الجنوبية حيث يشـــمل على عدة طبقات من الفحم التي يزيد ســـمكها عن ١٦ قدم والفحم المنتج في حقول الأبلاش الجنوبية ينقل إلى مدينة برمنجهام Birmingham وإلى المراكز الصناعية على ساحل خليج المكسيك ، وتعدين الفحم في هذه الحقول ليس سـهلاً كما هو الحال في حقول الأبلاش الشمالية وذلك بسبب وجود تصدعات والتواءات ضعيفة متقاربة من الطبقات الفحمية ،هذا فضـلاً عن ان نوعية الفحم فيها اقل جودة مقارنة مع الفحم المنتج من حقول الأبلاش الشمالية .

خـارطـة (١) التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في الولايـات المتحـدة لعـام ٢٠١٥



ب – الحقول الداخلية :– internal Fields

تحتل هذه الحقول المركز الثاني في الانتاج في الولايات المتحدة الأمريكية ٢٠% من انتاج الفحم فيها . وتقسم الحقول الداخلية إلى :–

١– الحقل الشـرقي ، وتمتد في ولاية (الينوي ، انديانا ، كنتكي) وتعد من اهم الحقول الداخلية التي تنتج اجود انواع الفحم في هذه المنطقة ، وهذا الحقل يكاد ينافس حقول الأبلاش في انتاج الفحم الجيد وذلك لان فحمه المنتج يسـتعمل في الصـناعات المتعددة في الاقليم الصـناعي في منطقة البحيرات العظمى ، ويزداد عمق المناجم في هذا الحقل كلما تقدما إلى الداخل ولكنه يقل على الجانبين حتى يكاد يصـبح قريباً من سـطح الأرض ، لهذا فإن اكثر المناجم في هذا الحقل تقع على الجانبين لذا فان استخراج الفحم يتم بطريقة التعدين السطحي Strip Mining .

٢– الحقل الغربي الذي يمتد في كل من ولاية (ايوا ، ميسوري ، كنساس ، أوكلاهوما) وتمتاز طبقاته الفحمية بانها تقع على عمق كبير باستثناء الجزء الشرقي منها ولهذا فان اكثر الانتاج من الفحم يأتي من المناجم الواقعة في الجزء الشرقي من هذا الحقل.

٣– الحقل الجنوبي الغربي ويقع في ولاية تكساس ويمتاز الفحم المستخرج من هذا الحقل بعدم جودته ولهذا فان كميات الانتاج قليلة ويستعمل للاستهلاك المحلي فقط .

٤– الحقل الشمالي ويقع في ولاية ميشيغان وهو حقل قليل الاهمية بسبب عدم جودة الفحم المستخرج منه .

ج – حقول السهول العظمى الشمالية وجبال روكي:–

Great Northern Payson and Rocky Mountains Fields

تنتشر على مساحة شاسعة تمتد من السهول العظمى الواقعة إلى الشمال والشرق من جبال الروكي ، وتضم مجموعة من الحقول اهمها :

١– حقل راشـيل :Rochelle وهو اكبر حقل في العالم من حيث الاحتياطي والانتاج ، ويقع في حوض نهر باودر في ولاية وايومينج Wyoming ، ويحتوي هذا الحقل احتياطياً يقدر ٢,٣% مليار طن ، وينتج ١٠٧,٧ مليون طن من الفحم الحراري في عام ٢٠١٢ ، وينتج هذا الحقل أنظف انواع الفحم في الولايات المتحدة، ونوعية الفحم المتوسط ٨٨٠٠(وحدة حرارية بريطانية / رطل) ومحتوى منخفض من الكبريت مثل ٠,٢٪.

٢–حقل البرق الاسـود Black Thunder coal : ويعد خامس اكبر حقل في العالم ، ويقع في حوض نهر باودر في ولاية وايومنغ، ويمتد على مساحة ٣٥٧٠٠ هكتار ويحتوي ١,٤٦٦ مليار طن من احتياطي الفحم ، ويتصف بالتعدين السطحي للفحم ويتم شحنه مباشرة عن طريق السكك

الحديدية في Burlington الشمالية والى ولاية سانتا والى ولايات اتحاد المحيط الهادئ ، ويبلغ إنتاج هذا الحقل بحدود ٩٢,٩ مليون طن .

٣ –حقل كوبالو Coballo يقع على بعد حوالي ٢٠ كيلومترا شـــرقي جنوب جيليت في حوض نهر مسحوق وايومنغ، ويعد ثامن أكبر حقل في العالم وباحتياطي بلغ ٨٥٢ مليون طن ،وبلغ الانتاج فيه في عام ٢٠١٢ بحدود ١٦,٩ مليون طن .

د – حقول داكوتا الشمالية :Dakota Northern Fields

تنتشر على مساحة شاسعة تمتد من السهول العظمى الواقعة إلى الغرب من جبال الروكي وإلى الولايات المطلة على ســـاحل المحيط الهادئ ، والفحم في هذه الحقول معظمه من النوع الرديء (الليكنايت) اذ تكون قوة الاحتراق فيه اقل من ثلثي ما هو عليه في الفحم المســـتخرج من حقول الأبلاش، وتحتل المرتبة الثانية في احتياطي الفحم في الولايات المتحدة ، وتمتاز معظم هذه الحقول ببعدها عن مراكز النشاط الصناعي فيها ، كما ان الطبقات الفحمية فيها تقع بعيدة عن سطح الأرض وهي بذلك لا تمتلك الظروف الملائمة للاستثمار ولهذا فان انتاجها محدود لا يتجاوز ٥% من مجموع انتاج الفحم في الولايات المتحدة الأمريكية ، ولكن بالرغم من ذلك فإنها تلعب دوراً هاماً في الاستهلاك المحلي وذلك لصـعوبة نقل الفحم من حقول الأبلاش والحقول الداخلية التي تقع على مسـافات بعيدة عن هذه المنطقة.

من خلال دراسة اهم مناطق انتاج الفحم في الولايات المتحدة الأمريكية نستنتج:–

١– ان هناك تدرجاً في نوعية الفحم ودرجة تفاوته من الشرق إلى الغرب يتفق مع تدرج عمر الصخور اذ ان صـخور المناطق الشـرقية اقدم في تكوينها من صـخور المناطق الغربية ، اذ يتوزع فحم الانثراسـايت في منطقة بنسـلفانيا الشـرقية في شـمال شـرق الولايات المتحدة الأمريكية وفحم البيتومين في جبال الأبلاش وبعض الاجزاء الشـــرقية من الحقول الداخلية ، بينما يوجد فحم اللكنايت في المناطق الغربية ،فالطبقات الفحمية الجيدة في المناطق الشرقية من الولايات المتحدة تنتمي إلى العصر الكربوني ، بينما ينتمي فحم المناطق الغربية إلى العصر الكريتاسي.

٢– ان حقول الفحم في الولايات المتحدة (حقول الأبلاش ومعظم الحقول الداخلية) تقع بالقرب من الاسـواق الاسـتهلاكية والمراكز الصـناعية فضـلاً عن قربها من طرق النقل الرئيسـة (السـكك الحديدية والنقل النهري) مما أسهم في زيادته واستثماره.

٣– ان انتشـــار حقول الفحم في الولايات المتحدة وعدم تركزها في مناطق محدودة أو عدم تركزها في الاطراف ساعد على انتشار الصناعة وازدهارها في جميع ارجاء الولايات المتحدة الأمريكية .

٤- انعكست خصائص الفحم التي يتميز بها من حيث سمك الطبقات الفحمية وقربها من سطح الأرض والنوعية الجيدة على ضخامة الانتاج في الولايات المتحدة الأمريكية من جهة وتصدير الفائض وسد احتياجات الدول المجاورة وخاصة كندا من جهة اخرى .

٢- روسيا الاتحادية :

تعد روسيا الاتحادية من اهم الدول المنتجة للفحم ويحتل المرتبة الأولى وبنسبة ٢٦,٤% من بين دول العالم سابقاً من حيث الانتاج وكمية الاحتياطي ، إذ قدر الاحتياطي من الفحم عام ١٩٧٦ بـ (٥٧٠٠)مليار طن من الفحم الجيد(الانثراسايت والبيتومين) و(٣٠٠٠) مليار طن من النوع اللكنايت .

نتيجة تفكك (الاتحاد السوفيتي) السابق وانهيار الكتلة الشرقية عام ١٩٨٩ ادى الى انسلاخ وضم مجموعة من حقول الفحم خاصة اجزاء واسعة من حقل الدونتيز الشهيرة بإنتاجها من الفحم ذي النوعية الجيدة الى اوكرانيا مما ادى الى تراجع نسبة الاحتياطي والانتاج العالمي الروسي من الفحم والبالغة لعام ٢٠١٥ بحدود ٤,٧% و ١٧,٦% على التوالي ، ويتركز اكثر من ٨٠% من الفحم في الجزء الآسيوي من روسيا الاتحادية وان نسبة ٧٠% من انتاج الفحم يستخرج بطريقة التعدين السطحي(١).

وتأتي اهمية الفحم في روسيا الاتحادية لانه يشكل نسبة ٧٠% من اجمالي تجارتها الخارجية ، حيث بلغت كميات الفحم المصدر في عام ٢٠١٤ بحدود ١٥٦ مليون طن وبنسبة ٨٥% من الانتاج ، ويصدر الفحم الى دول اوكرانيا وبريطانيا وتركيا واليابان وهولندا وبولندا والصين وكوريا(٢).

وفيما يأتي عرض لأهم حقول الفحم في روسيا الاتحادية كما يتضح من الخارطة(٢):

أ - حقول الجزء الأوروبي :-

١- حقول الدونيتز Donets Fields

تسمى هذه ايضاً بحقول دونباس Donbas وتقع إلى الشمال من بحر آزوف Azov وتمتد على مساحة تقرب من عشرة آلاف ميل مربع ، وتقع ٧٥% منها في جمهورية أوكرانيا التي نالت استغلالها حديثاً. تعد حقول الدونيتز من اهم الحقول في روسيا وذلك لأنها تنتج الفحم الجيد الذي يستعمل في صناعة فحم الكوك وتتميز بموقع جغرافي مميز لقربها من مناجم الحديد الكبرى في الاقاليم الصناعية الهامة في روسيا الاتحادية ، حيث يعد حوض الدونيتز من بين الأقاليم القليلة التي

(1) - Russian Coal Industry.www.UGOLINFO.RU.2012.p4

(2) - Russian Coal Producers Invest in Operations
http://www.coalage.com/features/2595-russian-coal-producers-invest-in

يوجد فيها الفحم والحديد جنباً إلى جنب مما ساعد ذلك على تقدم الصناعة في هذا الاقليم ، وتمتلك هذه الحقول احتياطياً في عام ٢٠١٢ (٣,١) مليار طن وتشكل نسبة ٦% ، وبإنتاج بلغ (٤,٧) مليون طن .

٢- حقول موسكو Moscow Fields

تعرف ايضاً بحقول (تولا) وتقع إلى غرب وجنوب من مدينة موسكو ، وعلى الرغم من ان جودة الفحم فيها غير عالية ، لكنَ كمية الانتاج فيه تزايدت بصورة واضحة خلال الحرب العالمية الثانية وبعدها وذلك نظراً لقربه من المراكز الصناعية المهمة وكذلك يستعمل الفحم الذي يستخرج من هذه الحقول في الصناعات الكيمياوية وفي ادارة المكائن المستخدمة في توليد الطاقة الكهربائية لمنطقة موسكو وما يجاورها .

٣- حقول بيتشورا Pechora Fields

تقع بين نهر بيتشورا والجزء الشمالي من جبال أورال ، وقد بدأ انتاج الفحم من هذه الحقول خلال الحرب العالمية الثانية لتزويد منطقة لينيغراد التي كانت معزولة لسد احتياجاتها من الفحم ، ويصل اجمالي احتياطيه (٠,٤٨) مليار طن وبلغ انتاج هذه الحقول لعام ٢٠١٢ (١٣,٦)مليون طن وبنسبة ٥% ، كذلك توجد مجموعة من حقول الفحم تنتشر في الجزء الأوروبي من روسيا اهمها حقول كيزلوف Kizlov وحقل جيليا بين Ghlia bin .

ب - حقول الجزء الآسيوي :-

١- حقل راسبادسكايا :Raspadskaya

يقع الحقل في اقليم كيميروف ، ويعد اكبر منجم للفحم وفي روسيا الاتحادية ، والتاسع عالمياً ،ويحتوي احتياطياً (٣٨,٨) مليار طن، بدأ الإنتاج في راسبادسكايا في أواخر ١٩٧٠، وينتج المنجم ١٠٠٪ فحم الكوك والبالغ (٤١,١) مليون طن .

٢- حقول حوض كوزينتسك Kuznetsk Basin Fields

تقع حقول كوزينتسك على امتداد نهر توم Tom (احد روافد نهر أوب Ob) وتتمتع بموقع جغرافي مميز ومهم بالنسبة لحقول الفحم في سيبيريا ، وفيه اجود انواع الفحم واكبر كمية احتياطي في سيبيريا وتتكون هذه الحقول من (١٧) طبقة فحمية يبلغ سمكها ١٠٠ قدم ، و ان بعض الطبقات الفحمية فيها قريبة من سطح الأرض التي يتم استخراج الفحم فيها عن طريق التعدين السطحي الذي ادى إلى هبوط تكاليف الانتاج . وتقدر احتياطي الفحم فيه ١,٧ مليار طن وتحتل هذه الحقول المرتبة الاولى في روسيا في كمية الانتاج من الفحم لعام ٢٠١٢والبالغ (٢٠١,٥)مليون طن وبنسبة ٦٨%.

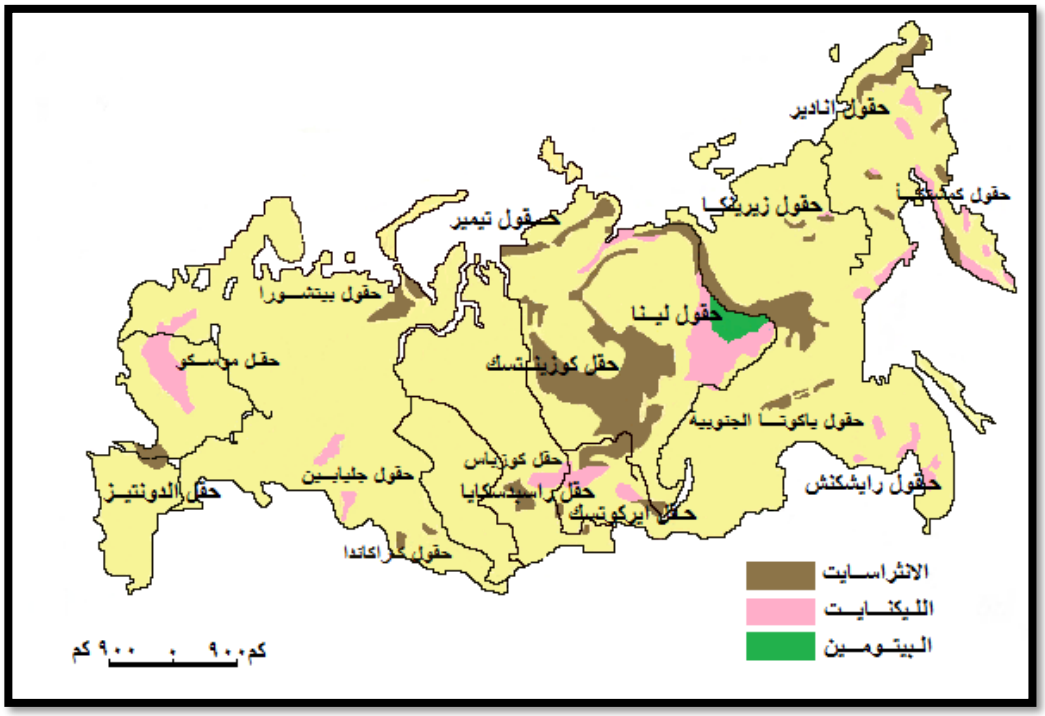
٣ – حقل ياكوتا الجنوبية : South Yakutia

يقدر احتياطي الفحم فيه لعام ٢٠١٢ بحدود ٢,٨ مليار طن بنسبة ٦% ، وتتميز بإنتاج الفحم الجيد الانثراسايت ، وبلغ اجمالي الانتاج ٩,٢ مليون طن بنسبة ٤% .

٤ – حقل ايركوتسك :Irkutsk

يبلغ احتياطي الفحم فيه لعام ٢٠١٢ بحدود ٤,٦ مليار طن بنسبة ٩% ، وتتميز بإنتاج فحم الانثراسايت الجيد ، وبلغ اجمالي الانتاج ١٤,٢ ملون طن بنسبة ٥% .

خارطة (٢) التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في روسيا الاتحادية لعام ٢٠١٥



يعاني انتاج الفحم في روسيا الاتحادية من مجموعة من المشاكل :

١ – قلة كميات الفحم الجيد الذي يصلح لإنتاج فحم الكوك . فالطن الواحد من الفحم لا يستخرج منه اكثر من ٥٠% من فحم الكوك ، وهي نسبة واطئة إذا ما قورنت بـ ٧٦% في الولايات المتحدة الأمريكية مثلاً ، بسبب ارتفاع نسبة الشوائب والرطوبة والدخان والكبريت المستخرج من الفحم في روسيا .

٢ – يرجع ارتفاع تكاليف انتاجه الى ان القسم الاكبر من الطبقات الفحمية وخصوصاً في حوض الدونيتز المشهورة غير سميكة ، فيندر مثلاً ان توجد طبقات أسمك من متر واحد .

٣- تقع بعض حقول الفحم بعيداً عن مناطق وجود المعادن الأخرى، مما يؤدي إلى شـــحن الفحم لمسافات طويلة فمثلاً ان المصانع المشهورة في (ماكنتوكورسك Magnitogorsk) تعتمد فحماً ينقل لها بالقطارات من حوض الكوزنينتسك الذي يبعد حوالي ١٥٠٠ ميل .

٤- عدم الاستفادة من النقل النهري للفحم المنتج وذلك بسبب أن معظم انهار سيبيريا العظيمة تصب في الشـــمال في البحر المتجمد الشـــمالي بدلاً من الغرب أو الجنوب وكذلك تجمدها لمعظم ايام الســـنة ، مما جعلها تفقد اهميتها كطرق نقل مائية رخيصـــة يمكن اســـتعمالها لنقل الفحم إلى المناطق الصناعية في الغرب .

٣- الصين :

تحتل الصـــين المرتبة الثالثة بعد كل من الولايات المتحدة الامريكية وروســـيا باحتياطيات العالم من الفحم لعام٢٠١٥ البالغ (١١٤٥٠٠) مليون طن ، ويشكل نسبة ١٢,٨% من مجموع الاحتياطي العالمي ،وتتصـــدر الصـــين العالم في الإنتاج والبالغ (١٨٢٧) مليون طن ، وبنســـبة ٤٧,٧% من الانتاج العالمي ، وتعتمد الصين في انتاج الطاقة الكهربائية الفحم بنسبة ٨٠%[1].

وفيما يأتي أهم حقول الفحم المنتجة في الصين :

أ-حقول مقاطعة منغوليا الداخلة:Inner Mongolia وتشمل :

١-حقول هيراواسا Haerwusu :

يقع هذا الحقل في منطقة منغوليا الداخلية ، وتصـــنف هذه الحقول بانها ثاني أكبر حقل للفحم في العالم ، بدأ الانتاج فيه حديثاً في تشـــرين الاول ٢٠٠٨ وتقدر احتياطيات الفحم بأكثر من ١,٧ مليار طن، كما أنها أكبر المناجم المكشـوفة في الصـين، وينتج الحقل ٢٠مليون طناًسـنوياً ، ويقدر عمر احتياطي الفحم فيه يصل لأكثر من ٧٥ عاماً .

٢- حقول هاي داي جوا :Hei Dai Gou

الحقل عبارة عن ساحة مكشوفة يقع في منتصف منطقة منغوليا الداخلية على بعد ١٥٠كم الى الجنوب الغربي من مدينة اوردوس ،وبدأ الانتاج فيه عام ١٩٩٠ ويصـــنف بانه ثالث أكبر منجم في الاحتيـاطي في العـالم والبـالغ ١,٥ مليـار طن ، وينتج هـذا الحقـل فحم منخفض الكبريـت والفحم منخفض الفوسفور، ويبلغ انتاج الفحم الخام سنويا بحدود ٣١مليون طن.

(1) - http://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/making-sense-of-china-s-drop-in-coal-use

ب –حقول منشوريا :

تقع الحقول في اقصى الشمال الشرقي للصين ، وتتصف بسمك الطبقات الفحمية فيها التي يصل سمكها في بعض الحقول (٤٠٠)قدم وهو اكبر سمك للطبقات الفحمية في العالم ، وتتصف هذه الحقول بإنتاج النوعية الجيدة من الفحم من نوع البيتومين ، ومن اشهرها حقول فوشون Fushun و فوشين Foushin .

ج – حقول شانسي و شينسي:

تقع في شمال الصين في الجزء الاوسط من النهر الاصفر (الهوانجهو) ، ويتركز في هذه الحقول نسبة ٣٦% من اجمالي احتياطي الصين ،وتتصف هذه الحقول ببعدها عن مراكز الصناعة وعن التركزات البشرية.

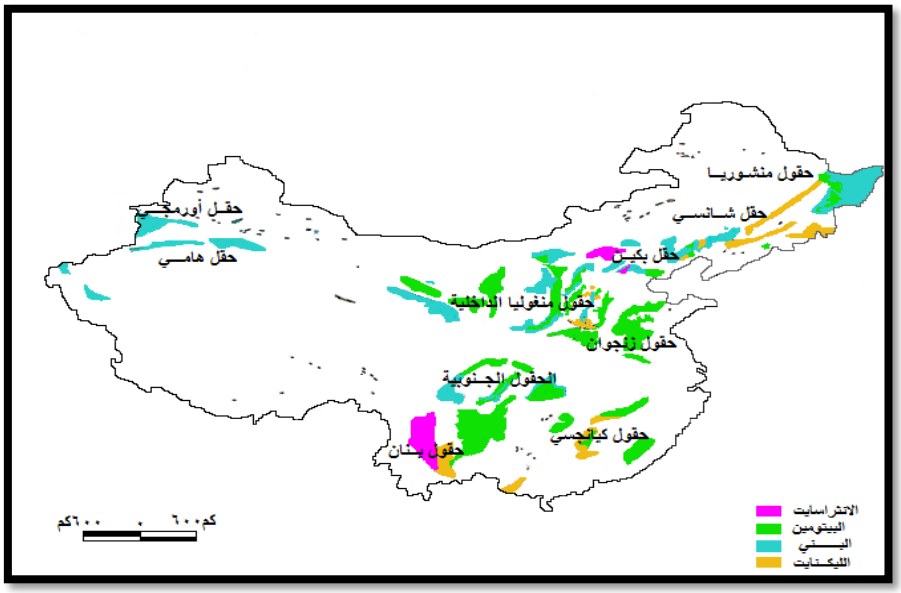
د – حقول بكين :

مجموعة من الحقول الصغيرة التي تحاذي الحافة الشرقية لهضبة شانسي Shansi ، وتمتد من بكين الى مقاطعة هونان Honan ، ويبلغ عددها بحدود (٤٠) حقلاً ، تتصف بإنتاج الفحم الجيد كالانثراسايت ، كذلك تتميز بقربها من خطوط النقل وخاصة السكك الحديدية .

هـ –الحقول الجنوبية :

تقع جنوب الصين واهمها واشهرها في منطقة زينجوان Szechwan ، وفي مقاطعة كيانجسي Kiangsi وفي مقاطعة ينان Yunnan وفي سيكيانج وشاندونج. خارطة (٣).

خارطة(٣) التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في الصين لعام ٢٠١٥



٤ – استراليا

تحتل اســـتراليا مكانة متقدمة عالمياً المرتبة الرابعة من حيث الاحتياطي والانتاج من الفحم وبنســبة ٨,٦% و٧,٢% وعلى التوالي ، وقد تضــاعفت كميات الانتاج منذ عقد الثمانيات من القرن الماضي والبالغة ١٢٦,٩ مليون طن في عام ١٩٨١ لتصل في عام ٢٠١٥ بحدود ٢٧٥ مليون طناً ، ويتكون معظم احتياطي الفحم في استراليا وبنسبة ٤٨,٥% من النوع الجيد (الانثراسايت والبتومين) ، ويسـهم الفحم بنسـبة ٦٩% من انتاج الطاقة الكهربائية في اسـتراليا ، وتعد اسـتراليا ثاني أكبر بلد في العالم بعد اندونيسيا من حيث تصدير الفحم ، ويتم تصدير معظمه الى دول شرق آسيا التي بلغت في عام٢٠١٤ (٣٧٥,١) مليون طن ، وبذلك تمثل نســبة ٧٤,٥% من الفحم المنتج[1] ، اهم حقول الفحم في استراليا هي كما يتضح من الخارطة (٤) .

أ – حقل كاليلي: Galilee Basin

يقع الحقل في ولاية كوينزلاند وإلى الغرب من حوض سورات Surat Basin ، ويمتد شمالا من مدينة هوكندن Hughenden وجنوبا الى شـــارلفيل والغرب في ينتون و ميدلتون ويرجع تكوين هذا الحقل الى العصر الجيولوجي البريمي .

ب – حقل بيك داونز: Peak Downs

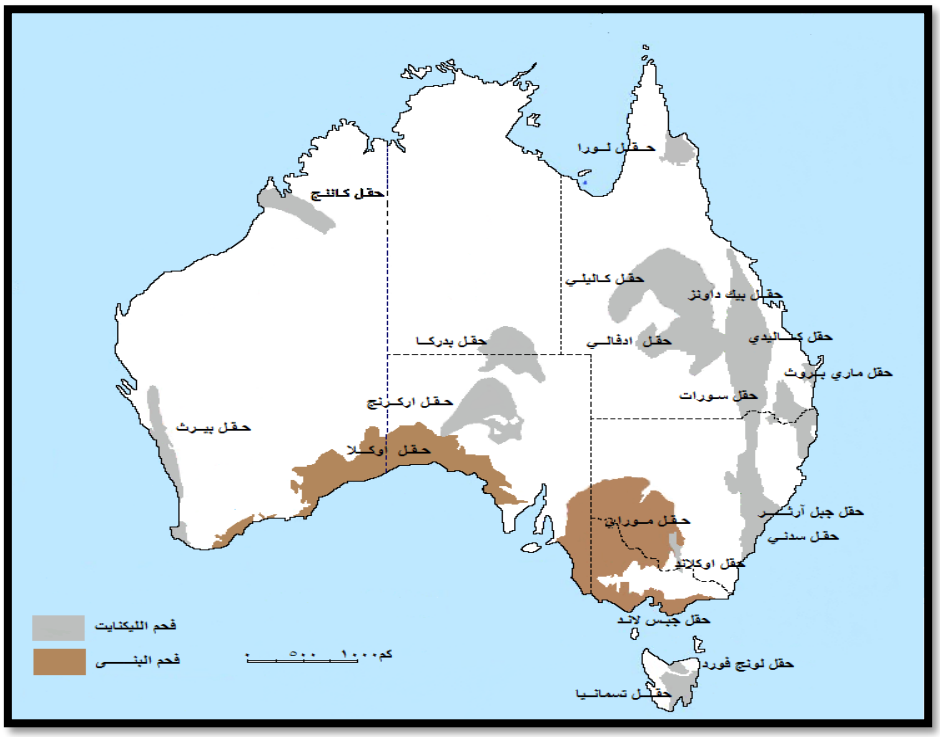
ينتشر في حوض بوين في وسط ولاية كوينزلاند ، ويحتل المرتبة السادسة عالمياً في احتياطي الفحم لعام ٢٠١٣ والبالغ (١) مليار طن ، وبدأ إنتاجه في عام ١٩٧٢ ويتكون من تكوينات مكشوفة على الســطح ، ويصــل الانتاج فيه لأكثر من (٩) مليون طن في عام ٢٠١٣، وينقل عبر الســكك الحديدية إلى محطة الشحن هاي بوينت Hay Point بالقرب من ماكاي Mackay ، ومنها للأسواق العالمية .

ج – حقل جبل آرثر : month Arthur

يقع الحقل في اقليم وادي هنتر Hunter Valley region في ولاية نيو ســـاوث ويلز، بدأت عملية التعدين فيه في عام ١٩٦٨، ويعد ســـابع أكبر منجم في العالم من حيث الاحتياطي البالغة (١,٠٤٩) مليار طناً ، منها (٥٨٥) مليون طناً احتياطياً مؤكداً و (٤٦٤) مليون طناً احتياطياً محتملاً ، وفيه أكثر من ٢٠ طبقة من الفحم ، وتبلغ كميات إنتاجه سنويا ما يقرب من (١٦) مليون طن.

(1) – https://en.wikipedia.org/wiki/Coal_in_Australia

خارطة(٤) التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في استراليا لعام ٢٠١٥



٥- الهند

بدأت الهند تعدين الفحم وإنتاجه منذ عام ١٧٧٤ م من خلال شركة الهند الشرقية في حقل Raniganj الواقع بين نهري دامودار و آجوي ، يمثل الفحم مصدرا هاماً للطاقة في الهند ، حيث تحتل المرتبة الخامسة عالمياً في احتياطي الفحم البالغ (٦٠٦٠٠) مليون طن ، ويمثل نسبة ٦,٨% ، كما تحتل المرتبة الرابعة عالمياً من حيث الانتاج والبالغ في عام ٢٠١٥ (٢٨٣,٩) مليون طن وبنسبة ٧,٤% ، كما تستورد الهند كميات من الفحم لتغطية السوق الداخلي التي بلغت في عام ٢٠١٤ (٢١٢,١٠) مليون طناً [1] .

وتوجد الغالبية العظمى من انتاج الفحم من الولايات الهندية في الجزء الشرقي ، وتعد ولاية جهارخاند أكبر ولاية منتجة للفحم في البلاد وتليها ولاية أوريسا وتشهاتيسجاره، ولاية البنغال الغربية، ولاية ماديا براديش، تيلانجانا وماهاراشترا.

(1) - coal.nic.in/content/coal-reserves

أهم حقول الفحم في الهند كما يتبين من الخارطة (٥) هي :

أ – حقول جهارخاند :

يبلغ إجمالي احتياطي الفحم في هذا الحقل (٨٠,٧٢) مليون طن ويشكل نسبة ٢٦,٨%. ويعد حقل دارلا الأهم والأكثر إنتاجا للفحم في الهند، اذ ينتج نسبة ١٠٠٪ من فحم الكوك. وهناك عدة مناطق لأنتاج الفحم في حقول جهار خاند مثل بوكارو، شمال وجنوب كارنبورا Karanpura، جيريدي Giridih، رامجارب، دالتونجانج Daltonganj وراجمهال Rajmahal.

ب – حقول أوريسا :

يحتل هذا الحقل المرتبة الثانية في احتياطي الفحم البالغ (٧٥,٠٧)مليون طن ، يتركز في ولاية أوريسا ٢٤,٩٪ من إجمالي إنتاج الهند من الفحم ، ومن الحقول المهمة هي تلهير Talcher ورانجبور همجير Ranapur Himgir ، ويشكل هذا الحقل ٤/٣ من احتياطي الفحم في الهند .

ج – حقول الفحم تشهاتيسجاره ومادهيا براديش :

واهم الحقول الرئيسة هي أوماريا UmariaH، سنجرالي Singrauli،جيرمير Chirmiri وسهاجبور Sohagpur و بانش كانهان Pench Kanhan و رايغار ورامكولا Ramkola .

د – حقول ولاية اندرا براديش :

تعد من الحقول الرئيسية المنتجة للفحم كما في حقول اديلاباد، كاريمناجار، وارانجال، كمام ، شرق وغرب جودافاري.

هـ – حقول ماهاراشترا :

حقول الفحم الرئيسة في منطقة ناجبور و واردها Wardha وبلاربول Ballarpur وتشاندا.

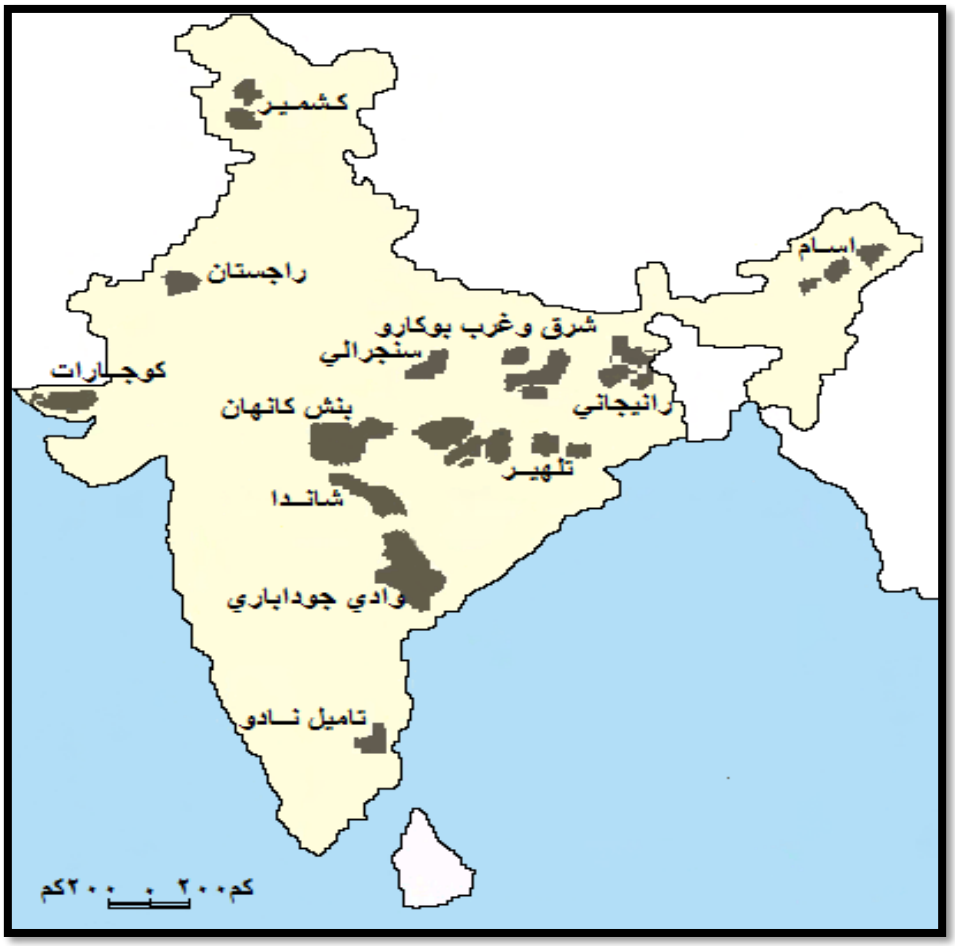
و – حقول ولاية البنغال الغربية :

تعد حقولها أكبر حقول الفحم في ولاية البنغال الغربية Raniganj الذي يبلغ اجمالي احتياطيه (٣١,٣٢) مليون طناً ويمثل نسبة ١٠,٤% من اجمالي الاحتياطي ، واهم حقول الفحم هي فيها أسانسول، وحقل ميخيا في منطقة بانكورا .

ي – حقول اسام :

حقول الفحم الرئيسة في ولاية اسام هي ماكوم Makum وميكير Mikir ، ويعد حقل ماكوم الحقل الأكثر تطورا في هذه الولاية. ويتصف الفحم المنتج في هذه الحقول وبنسبة ٦٣% من نوع الليكنايت .

خارطة (٥) التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في الهند لعام ٢٠١٥



٦ – المانيا

عرفت المانيا الفحم في عام ١٧٥٠م، في الطبقات الفحمية الظاهرة على السطح في وديان أنهار الرور واندو وورم ، وبعد الثورة الصناعية في اوروبا فتحت مناجم الفحم ومصاهر الحديد المرتبطة بها، وتم استثمار حقول الفحم في منطقة الرور في عام ١٨٣٠، بلغ مجموع انتاج الطاقة في المانيا في عام ٢٠١٢ (١٤٨,٤) مليون طن مكافئ نفط ، يسهم الفحم في إنتاج (٦٨,٣) مليون طناً مكافئ نفط ، ويشكل الفحم نسبة ٤٦% من اجمالي مصادر الطاقة ،منها ٣٨,٥% تنتج من فحم الليكنايت ، بينما يسهم الانثراسايت بنسبة ٧,٥%[1] . ويسهم الفحم بالنسبة الاكبر في توليد الطاقة الكهربائية

(1) – https://euracoal.eu/info/country-profiles/germany/

والبالغة ٤٤,٢% (منها ٢٥,٧% كانت من الفحم البني و ١٨,٥% من الفحم الانثراسايت) وهذا يعني أن فحم الانثراسايت والبني هي الدعائم الأساسية لصناعة الطاقة الكهربائية الألمانية[١] .

وتحتل المانيا المرتبة السابعة عالماً في احتياطي الفحم لعام ٢٠١٥البالغ (٤٠٥٤٨) مليون طن وتمثل نسبة ٤,٥% من اجمالي احتياطي العالم ، وبلغ مجموع الانتاج (٢٤,٩)مليون طناً ، ويشكل نسبة ١,١% . ومعظم الانتاج من نوع البتومين الذي يمثل نسبة ٩٥% من مجموع انتاج المانيا من الفحم وبنسبة ٤٥% من اجمالي انتاج قارة اوروبا من فحم البيتومين ، بينما يكون انتاج نوع الانثراسايت بنسبة ٥%[٢].

أهم مناطق انتاج الفحم في المانيا كما يتضح من الخارطة (٦) هي :

أ – حقل الرور :Ruhr

يقع حقل الرور جنوب شرق المانيا ، ويتكون الحقل من ٣٠٠ طبقة من الفحم ، ويتم الانتاج الحالي من ٥٠ طبقة فحمية ، يتراوح سمك الطبقات الفحمية من (٣-٠,٥) م ، وتعود هذه التكوينات الى العصر الديفوني والكربوني ويتم انتاج الفحم حالياً إلى اعماق تصل الى ٩٢٠ م ويمتلك احتياطياً يقدر بـ (٨٧,٩) مليون طناً وبلغ انتاجه لعام ٢٠٠٧ (١٥,٨٧٤) مليون طناً وبنسبة ٧,٨% من اجمالي انتاج المانيا ، وفي المنطقة الشمالية من هذا الحقل منجم سكسونيا السفلى Lower Saxonyالذي يتميز بإنتاجه اجود انواع الفحم وهو الانثراسايت ، ويستخرج الفحم بطريقة التعدين السطحي[٣].

ب – حقل إيبنبورن : Ibbenbüren

يبلغ مجموع احتياطي هذا الحقل بحدود (١٠,٦) مليون طن ، وهو من نوع فحم الانثراسايت ، وبلغ اجمالي الانتاج (١,٩٠٧) مليون طن

ج – حقل السار:Saar

يتميز هذا الحقل بإنتاج فحم الانثراسايت ، ويصل اجمالي احتياطيه (١٦,٣٧٥) مليون طناً ، في حين وصل الانتاج لعام ٢٠٠٧ (٣,٥٢٣) مليون طناً ،ويبلغ متوسط سمك الطبقات الفحمية من (٢-٠,٥) م .

(1) – https://euracoal.eu/info/country-profiles/germany/
(2) – Lignite Rides the Rails in Europe. Jeffray Michel,
(3) – Larry Thomas, Coal Geology,2002, p58.

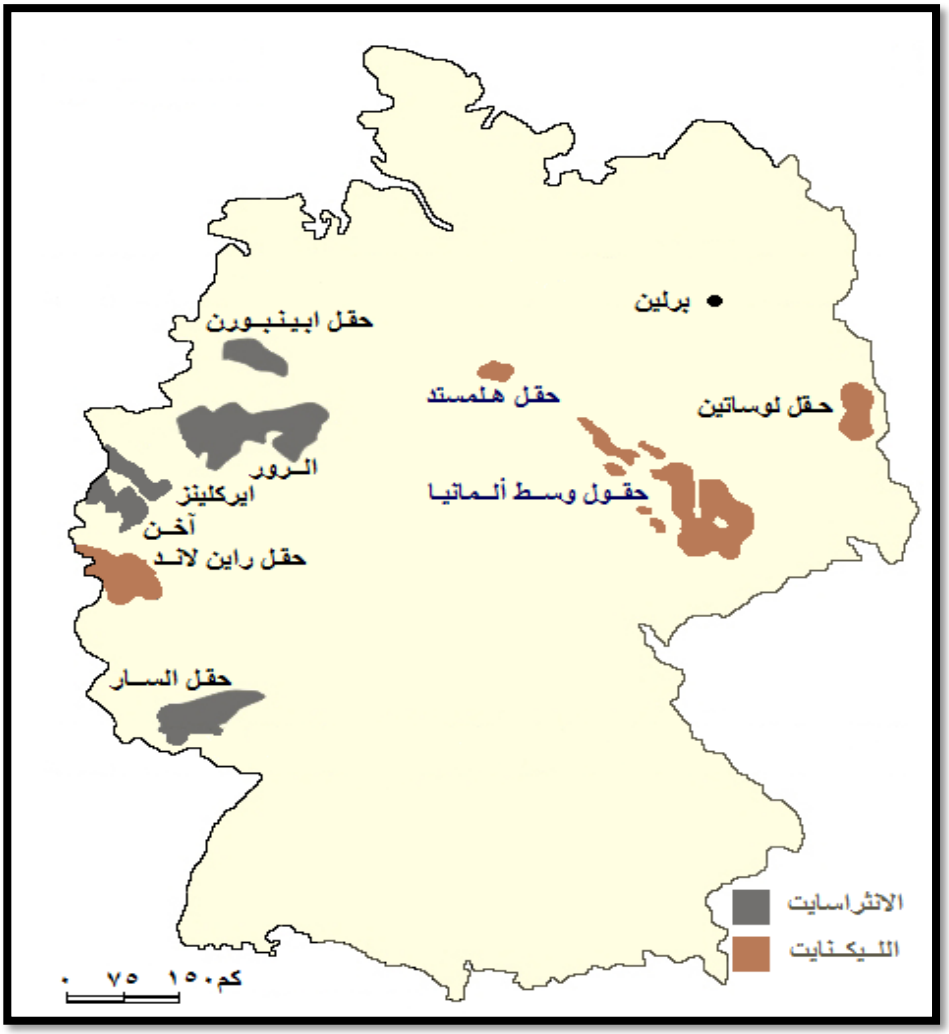
د – حقل لوساتين : Lusatian region

يقع هذا الحقل في الولايات الألمانية الشرقية في(الجنوب الشرقي من ولاية براندنبورغ و وشمال شـرق ولاية سـكسـونيا) ويصـنف هذا الحقل ثاني أكبر حقل في المانيا من حيث الانتاج بعد حقل راينلاند البالغ (٥٩,٤٦٠) مليون طناً ويعد مركز انتاج فحم الليكنايت في المانيا ويشـكل نسـبة ٢٩,٥% ،ويحتوي احتياطياً قدر بـ (٣٧٠٠) مليون طن ، والتعدين سطحي في هذا الحقل .

هـ – حقل آخن :Aachen

يتميز هذا الحقل بإنتاج الفحم الجيد نوع البتومين ، ويسـتعمل في صـناعة فحم الكوك، ويبلغ سمك الطبقات الفحمية (١,٥) متر .

خارطة (٦) التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في المانيا لعام ٢٠١٥



٧- المملكة البريطانية المتحدة

كانت المملكة المتحدة أكبر البلدان المنتجة للفحم في العالم ، ولكن تراجعت مكانتها في الفترة الحالية ، حيث كان الانتاج في عام ١٩١٣ (٣٢٢) مليون طناً وتراجع الى (١٨٩,٦)مليون طناً في عام (١٩٤٧) ثم الى (١٢٧,٥) مليون طناً في عام ١٩٨١ ثم الى (٣١,٢) مليون طناً لعام ٢٠٠٠ ووصلت ادنى كميات الانتاج في عام ٢٠١٥ البالغ(٨,٥)مليون طن ، ويرجع سبب تراجع الانتاج نتيجة تكلفته العالية وانخفاض الإنتاجية وتزايد اعماق مناجمه والمنافسة مع مصادر الطاقة الاخرى[١]،كما شرعت المملكة المتحدة قانون الهواء النظيف وكان الدافع لتطبيق هذا القانون نتيجة مشكلة التلوث بظاهرة الضباب الدخاني الكبير الذي حدث في لندن عام ١٩٥٢ ويحظر هذا القانون انبعاث الدخان الأسود من المباني الصناعية والمنازل وقاطرات السكك الحديدية، وكذلك بدأ الغاز الطبيعي ليحل محل الفحم في ١٩٧٠ عندما بدأ إنتاج الغاز الطبيعي في بحر الشمال[٢].والتأثير الكبير الذي تركته صناعة استخراج وتعدين الفحم في المناظر الطبيعية المفتوحة وفي المناطق الريفية ، مما أسهم في صعوبة التعرف على تلك المناظر [٣]. واصبحت المملكة المتحدة سادس أكبر مستورد للفحم في عام ٢٠١٤ من روسيا و كولومبيا و الولايات المتحدة الأمريكية[٤] ، ومن ثمَ اصبح الفحم يحتل المرتبة الاخيرة في عام ٢٠١٥ بنسبة ١٢,٢% من اجمالي استهلاك الطاقة في المملكة المتحدة ،بينما يسهم النفط والغاز الطبيعي والطاقات المتجددة بنسبة ٣٧,٤% و ٣٢,١% و ١٨,٣% وعلى التوالي، وبالرغم من ذلك يحتل الفحم المرتبة الثانية في انتاج الطاقة الكهربائية فيها بنسبة ٣٠% بعد الغاز الطبيعي بنسبة ٣١% .ويغلب التعدين السطحي في حقول الفحم بنسبة ٦١% مقارنة مع نسبة ٣٩% للتعدين الباطني .

اهم حقول الفحم في المملكة المتحدة كما يتبين من الخارطة (٧) :

أ - حقل نور ثمبرلاند: Northumberland

يقع الحقل في السفوح الشرقية من سلسلة جبال بينين Penine، وهذا الحقل لا يزال يسهم في انتاج كميات كبيرة من الفحم ذات النوعية الجيدة.

---

(1) http://www.yourarticlelibrary.com/essay/production-and-distribution-of-coal-around-the-world/25590 /,Production and Distribution of Coal around the World Puja Mondal

(2) Energy Information Administration, Country Analysis Brief ,United Kingdom, March 9, 2016,P17

(3) https://en.wikipedia.org/wiki/Kent_Coalfield

(4)https://www.globalmethane.org/documents/toolsres_coal_overview_ch35.pdf

ب – حقل دورهام :Durham

يقع في شـمال شـرق البلاد ، ويمتد من مدينة بيشـوب أوكلاند في الجنوب الى حدود قاطعة نورثمبرلاند على طول نهر تاين في الشمال، ويصل سمك الطبقات الفحمية في هذا الحقل إلى سبعة أقدام .

ج – سنتر سكوتش : Scottish Center

يقع في اقصى الشمال الغربي بين مرتفعات جرامبين GRAMPIAN والمرتفعات الجنوبية، ويعد واحداً من أقدم الحقول المنتجة للفحم ، ويحتوي عدة مناجم مثل آيرشـاير Ayreshire وجلاسـكو Glasgow وفيف شاير Fifeshire .

د – شمال ويلز : North Wales

ينقسم الحقل إلى قسمين منفصلين مع وجود فجوة صغيرة بينهما ، الاول يمتد على طول الساحل الشمالي في ويلز، في مقاطعة فلينتشير Flintshire . ويشمل مناجم موستين، غرينفيلد، فلينت، باكلي ، ويمتد القسم الثاني ليس بعيدا جداً في مقاطعة دنبيشير Denbighshire وفي مدينة ريكسهام ، والى الشمال مباشرة من ريكسهام في قرية جريسفورد Gresford.

هـ – جنوب ويلز : South Wales

يمتد الحقل عبر مناطق بيمبروكشـاير و كرمرثنشـير و سـوانسـي و نيث بورت تالبوت و كارديف و روندا سـينون و ميرثير تيدفيلو، كيرفيلي و بلايناو غوينت وتورفين ، وينتج نوع البيتومين في الجانب الشـرقي، والأنثراسـايت في الجانب الغربي ،ويتم نقل الانتاج ذا الجودة والنوعية العالية الى المناطق الصـناعية في اقليم بريستول وسومرست Bristol and Somerset region.

و – حقل لانكشاير :Lancashire

يمتد من سفوح جبال بينينيس Pennines شرقا والى سهول لانكشاير غرباً ، ويتصف بإنتاج كميات ضخمة من نوع البيتومين وفحم الكوك ،ويتداخل مع الحقل العديد من الثروات المعدنية مما جعل حقل لانكشاير مقراً للصناعات الثقيلة وخاصة صناعة صهر الحديد وتحديداً بالقرب من مركز مدينة أودينجستون ddingston

ي – حقل يورك شاير :Yorkshire

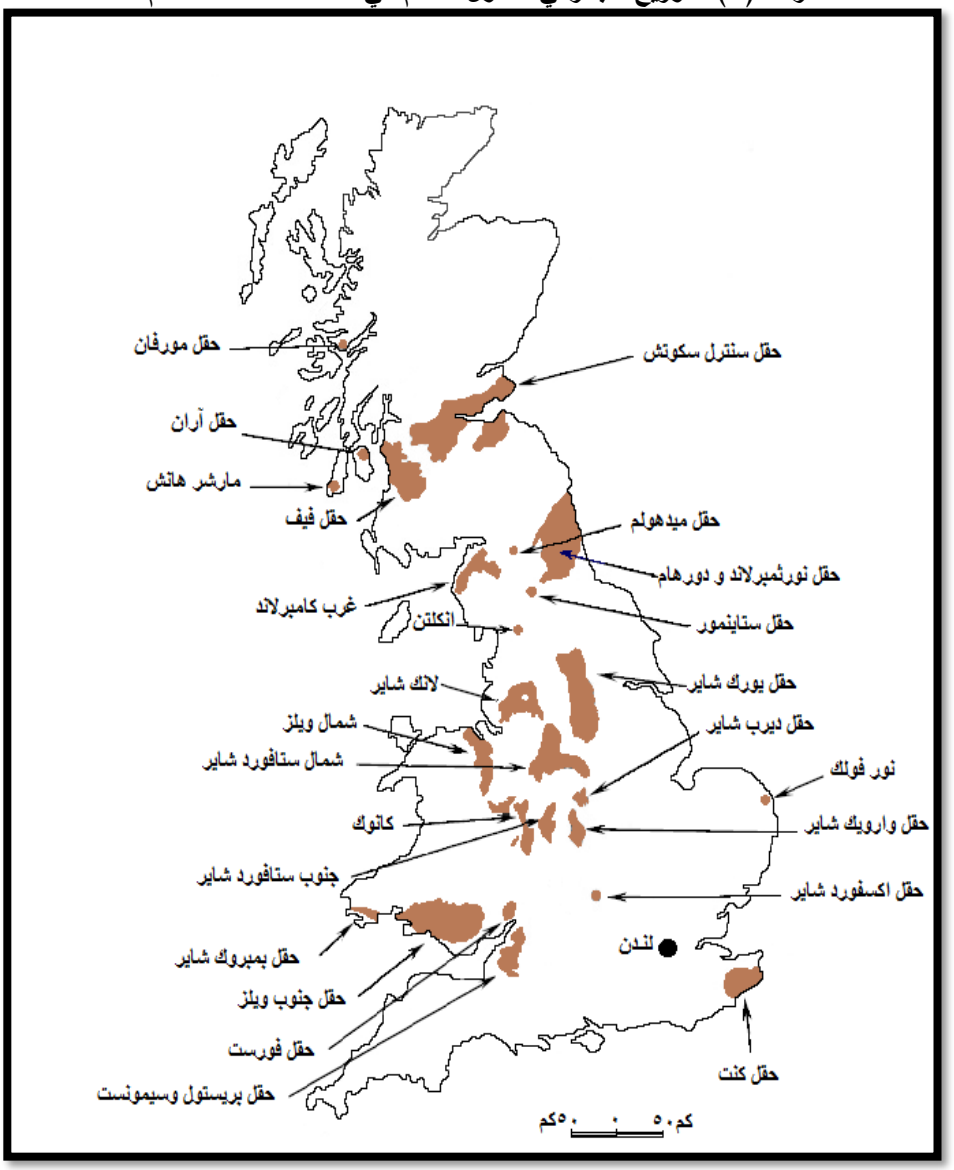
يتم الانتاج للفحم في هذا الحقل من الطبقات الفحمية المنتشـرة في اقليم وارويكشـاير Warwickshire، واقليم نوتنغهام Nottingham region .

ك – حقل كينت: Kent Coalfield

يقع في الجزء الشـرقي من مقاطعة كينت ، ويعد من اقدم الحقول المكتشـفة الذي يعود تاريخ اكتشـافه لعام ١٨٩٠ ، ويستعمل انتاج هذا الحقل في توليد ٥% من كهرباء المملكة المتحدة[1] .

(1) – http://www.eia.gov/todayinenergy/index.cfm?tg=production

خارطة (٧) التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في المملكة المتحدة لعام ٢٠١٥



٨ – اندونيسيا

تعد اندونيسيا واحدة من أكبر بلدان العالم باحتياطيات وانتاج وتصدير الفحم ، فهي تحتل المرتبة العاشرة في احتياطي الفحم البالغ (٢٨٠١٧) مليون طناً وتحتل المرتبة السادسة عالمياً في الإنتاج لعام ٢٠١٥ البالغ (٢٤١,١)مليون طناً ، وتتصدر المرتبة الاولى بصادرات الفحم عالمياً لعام ٢٠١٤ البالغ (٤١٧) مليون طناً وبنسبة ٢٩,٧% من اجمالي تصدير الفحم العالمي ، ويرجع سبب احتلال اندونيسيا لهذه الصدارة نتيجة تضاعف الانتاج خلال العشر سنوات الماضية أربعة أضعاف ، وجاءت

هذه الزيادة نتيجة نمو حاد في الطلب على الفحم خاصة في آسيا، حيث كان الفحم ميزة تنافسية مع ارتفاع اسعار النفط والغاز الطبيعي ، وبدأ العرض في الانخفاض في عام ٢٠١٤ حيث واصلت أسعار الفحم العالمية في الانخفاض [١]، وينتشر الفحم على بعد بضعة أمتار تحت سطح الأرض في جزيرة سومطرة وكاليمانتان والجزء الاندونيسي من جزيرة بورنيو. ومعظم الفحم في اندونيسيا يستعمل في توليد الكهرباء وبنسبة ٧٠% ،كما تعمل (١١٧) محطة كهربائية بواسطة الفحم[٢]، ويتنوع الفحم في اندونيسيا مثل الليكنايت الذي يشكل نسبة ٥٨% والبني ٢٧% والبيتومين ١٤% والانثراسايت ٠,٥% .

خصائص الفحم في اندونيسيا :

١-عالِ الجودة حيث تبلغ نسبة الكاربون (5000-7000) سعرة/كغم . وبذلك يمثل الكاربون نسبة ٥٩% . وقلة نسبة الرطوبة ٩% [٣].

٢- قليلة الرماد والمواد المتطايرة التي تشكل نسبة ١٣% ، ويعد من أنظف انواع الفحم في العالم .

٢- ارتفاع عناصر النيتروجين والهيدروجين والاوكسجين بنسبة ١٧% .

٣- قرب طبقات الفحم من سطح الارض التي لا تتجاوز بعض الامتار .

٤-سمك الطبقات الفحمية التي يصل بعضها (١٥٠٠-١٠٠٠)متر .

٥- سهولة عملية نقل الفحم بواسطة النقل المائي مما قلل كلف الانتاج ، كون اندونيسيا مجموعة من الجزر (١٧٥٠٨) جزيرة تحيط بها المياه من كل جانب .

٦- الموقع الجغرافي المميز لإندونيسيا وقربها من اكبر اقتصاديات دول شرق آسيا مثل الصين واليابان والهند وماليزيا وتايلاند مما سهل عملية تصدير الفحم لهذه الدول .

اهم حقول الفحم في اندونيسيا كما يتبين من الخارطة (٨)هي :

أ - حقل كوتيي :Kutai basin

حقل كوتيي في الوقت الحاضر يعد مركز التنمية للفحم في اندونيسيا ، ويرجع تاريخ الفحم الى عصر الميوسين ، يمتد هذا الحقل من المرتفعات الوسطى من جزيرة بورنيو حتى الساحل الشرقي من الجزيرة والى مضيق ماكاسار. وتبلغ مساحة الحقل (٦٠٠٠٠)كم^{٢} ، ويحتوي احتياطي يصل (٢٨,١٧) مليار طناً .

(1) http://www.bunkerportsnews.com/News.aspx?ElementId=13d740e6-d34e-4974-921f-0f3064cd9628

(2) Nithin Coca , Indonesia's coal addiction reaches new heights, 2016

(3) Properties of Coal

ب- حقل اومبلين :Ombilin basin

يقع حقل اومبلين على بعد ٥٧ كم شمال شرق مدينة بادانج غرب حقل سومطرة الاوسط ، ويمتد على مساحة صغيرة تصل أبعاده (٦٠ x ٢٠)كم ، اكتشف عام ١٨٦٨ على ايدي الهولنديين ،وبدأ تعدين وانتاج الفحم عام ١٨٩٢ يصل اجمالي احتياطيه من الفحم (٩٠,٣) مليون طناً ، ينتج بحدود (٥٠٠٠٠٠)طن/سنوياً ، يتكون الحقل من ثلاثة طبقات فحمية يصل سمكها الى (٨)متر .

ج – حقل جنوب سومطرة :South Sumatra basin

يعود تاريخ تعدين الفحم في الحقل لعام ١٩١٩ ، وهو الأكثر أهمية في اندونيسيا ، ويقع الى الشمال الشرقي من جبال باريسان Barisan Mountains ،ويتراوح سمك الطبقات الفحمية بين (١٠٠٠-١٥٠٠) متر .

د – حقل شرق كاليماتان :East Kalimantan basin

بدأ إنتاجه عام ١٨٤٩ في منجم مهاكام Mahakam بالقرب من مدينة بينجارون Pengaron في حقل شرق كاليمانتان ، يتركز في هذا الحقل ٤٠% من احتياطي الفحم في اندونيسيا ، ما يقرب من ثلثي إنتاجها تأتي من شرق كليمايتان البالغ (١١٨) مليون طن وبنسبة ٤٨% من اجمالي الانتاج ، ومعظم تصدير الفحم في اندونيسيا وبنسبة ٧٠% يأتي من هذا الحقل .

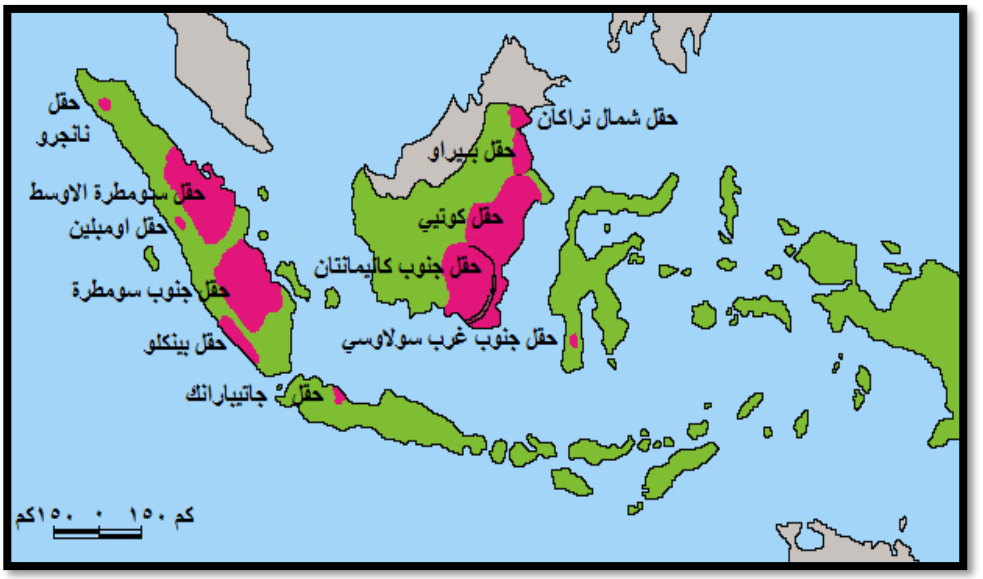
هـ – حقل جنوب كاليمانتان : South Kalimantan basin

ثاني أكبر حقل منتج للفحم في إندونيسيا، وفيه اكبر منجم وهو منجم أدارو Adaro في منطقة تانجونج في مقاطعة كاليمانتان الجنوبية ، ويصل معدل انتاجه (٥٢) مليون طن في عام ٢٠١٢ يبلغ احتياطيه (٣) مليار طن من الفحم ، ويتميز بطبقات سميكة تصل إلى (٥٠)مترا، يتصف بنظافته العالية التي تنخفض نسبة الكبريت الى(٠,١%) والرماد (١,٥%)

و – حقل بيراو: Berau basin

ينتج الحقل بحدود (١٣) مليون طناً/سنوياً ، ويتميز بتصدير إنتاجه للسوق الدولية وخاصة الى شيلي و الصين وهونغ كونغ والهند واليابان وكوريا الجنوبية والفلبين وتايوان وتايلاند ، ويتم تصديره عن طريق مرفق الشحن في محطة بانتاي موارا Muara Pantai التي تقع في البحر سولاويزي Sulawesi sea ويبلغ معدل التصدير (١٨٠٠٠-١٢٠٠٠) طن يومياً .

خارطة (٨) التوزيع الجغرافي لحقول الفحم في اندونيسيا لعام ٢٠١٥



ثامناً : التجارة العالمية للفحم : Global Coal Trade

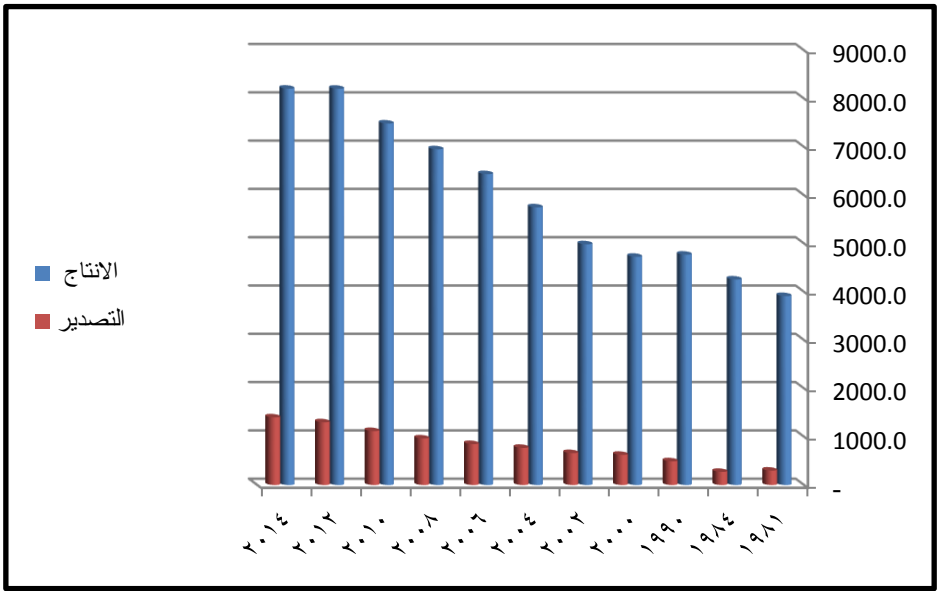
تضاعفت تجارة الفحم العالمية بحدود خمس مرات منذ عقد ثمانينات القرن الماضي حتى عام ٢٠١٤ ، اذ يلاحظ من الجدول (٨) والشكل (٨)ان كمية الفحم المصدر في عام ١٩٨١ (٢٩٨) مليون طن ويشكل نسبة ٨% من اجمالي الانتاج ، بينما ارتفعت في عام ٢٠١٤ لتصل (١٤٠٠) مليون طن بنسبة ١٧% من اجمالي الانتاج .

جدول(٨) تطور كميات تصدير الفحم (مليون طن) في العالم للمدة ١٩٨١-٢٠١٤

السنة	الانتاج	التصدير	%
1981	3912.3	298	8
1984	4255.5	272	6
1990	4769.0	491	10
2000	4725.6	625	13
2002	4984.4	661	13
2004	5748.7	769	13
2006	6436.6	848	13
2008	6951.1	964	14
2010	7484.4	1117	14
2012	8204.7	1,299	16
2014	8206.0	1,400	17

1- paula stern, united states international trade commission ,1985
2-https://www.carbonbrief.org/mapped-the-global-coal-trade,2014

شكل (٨) تطور كميات تصدير الفحم في العالم (مليون طن)بالمقارنة مع الانتاج للمدة ١٩٨١-٢٠١٤



المصدر : باعتماد الجدول (٨) .

وتسيطر ستة بلدان على نسبة ٩١% من اجمالي تصدير الفحم كما يتضح من الجدول (٩) والشكل (٩) ، وتشمل كل من اندونيسيا واستراليا وروسيا الاتحادية والولايات المتحدة وكولومبيا وجنوب افريقيا وبنسب بلغت ٢٩,٧% و ٢٧,٦% و ١١,١% و ٦,٨% و ٦,٣% و ٥,٧% و٣,٣% على التوالي ، اما اكبر البلدان المستوردة للفحم فهي الصين والهند واليابان وكوريا الجنوبية وهولندا والمملكة المتحدة وتركيا وبنسب بلغت ٢٠,٤% و ١٦,٥% و ١٤,١% و ٨,٦% و ٣,٧% و ٣,٠١% و ٢% وعلى التوالي انظر شكل (١٠) . ويرجع نمو تجارة الفحم بين دول العالم للعوامل الآتية :

١-اعتماد الدول الجزء الاكبر من الفحم وقوداً لغرض توليد الكهرباء ، حيث ارتفعت كميات الفحم المستعمل في توليد الطاقة الكهربائية من (١٤٨٥) مليون طناً في عام ١٩٩٠ لترتفع الى (٣٣٥١) مليون طناً في عام ٢٠١٢ [1].ويستعمل الفحم لتوليد أكثر من ٣٠% من الكهرباء في العالم ،اذ تعتمد ٨٢% من الطاقة الكهربائية المنتجة في الولايات المتحدة الفحم . ويبلغ عدد محطات الكهرباء التي تعمل بالفحم فيها بحدود (١٣٨٧) محطة.

٢- تطور استعمال الفحم في مجموعة واسعة من الانشطة الصناعية .

(1)https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/386852/Global_colp.80_.Global coal trade

٣- توجه الدول نحو اعتماد الغاز الطبيعي وانخفاض أسعاره في السنوات الاخيرة أسهم بوجود فائض كبير في الاسواق العالمية من الفحم .

٤- تزايد ارتفاع الطلب على الفحم في آسيا وأوروبا مما خلقت تحولاً في صناعة الفحم وفرصاً جديدة في أسواق الفحم العالمية.

٥- تطور وسائل النقل المائي من حيث السعة والسرعة مما ساعد في نقل آلاف الاطنان من الفحم .

٦- تزايد النمو الاقتصادي لدول شرق آسيا وخاصة في الصين بشكل كبير أسهم في نمو الطلب على الفحم واصبحت تحتل المرتبة الاولى في استيراده .

٧- تنامي مخاطر التلوث الاشعاعي بفعل الطاقة النووية وخاصة بعد زلزال اليابان عام ٢٠١١ الذي دمر محطة فوكوشيما النووية في شمال شرق اليابان ، مما ساعد في اعادة هيكلة استثمار مصادر الطاقة والرجوع نحو استغلال الفحم وتحسين كفاءة الطاقة ، اذ اصبحت اليابان ثالث اكبر دول العالم في استيراد الفحم .

جدول(٩) كميات تصدير واستيراد الفحم (مليون طن)بين دول العالم في عام ٢٠١٤

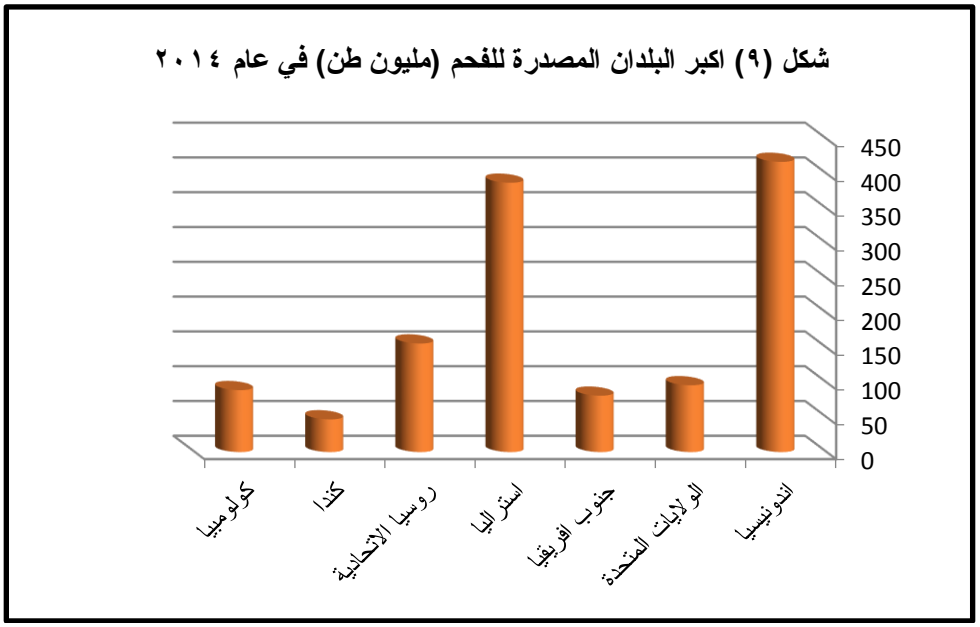
الدول المصدرة	الدول المستوردة	الكمية مليون طن	%	الدول المصدرة	الدول المستوردة	الكمية مليون طن	%
	الفلبين	15	3.6		الصين	2	2
	هونك كونك	13	3.1		الهند	5	5.2
	تايلاند	16	3.8		اليابان	5	5.2
	الصين	109	26.1		كوريا الجنوبية	5	5.2
	الهند	135	32.3		اسبانيا	2	2
اندونيسيا	ماليزيا	15	3.6		ايطاليا	6	6.2
	اليابان	36	8.6	الولايات	فرنسا	3	3.1
	كوريا الجنوبية	34	8.1	المتحدة	البرازيل	9	9.3
	اسبانيا	4	0.9		هولندا	11	11.4
	ايطاليا	4	0.9		اوكرانيا	4	4.1
	اخرى لم تذكر	36	8.6		المملكة المتحدة	8	8.3

	المجموع	417	100		المانيا	5	5.2
	الصين	3	3.7		تركيا	5	5.2
	الهند	32	39.5		اخرى لم تذكر	26	27.1
	ماليزيا	2	2.4		المجموع	96	100
	اسبانيا	3	3.7		تيلاند	4	1
	ايطاليا	2	2.4		الصين	92	23.7
جنوب	فرنسا	1	1.2		الهند	47	12.1
افريقيا	هولندا	9	11.1		ماليزيا	6	1.5
	البرازيل	1	1.2	استراليا	اليابان	120	31
	المملكة المتحدة	1	1.2		كوريا الجنوبية	55	14.2
	تركيا	4	4.9		اسبانيا	1	0.2
	اخرى لم تذكر	24	29.6		بولندا	1	0.2
	المجموع	81	100		فرنسا	3	0.7
	الصين	26	16.6		البرازيل	5	1.3
	ماليزيا	2	1.2		هولندا	8	2
	الهند	2	1.2		المملكة المتحدة	2	0.5
	اليابان	15	9.6		اخرى لم تذكر	43	11.1
	كوريا الجنوبية	16	10.2		المجموع	387	100
روسيا	اسبانيا	2	1.2		الصين	8	17
الاتحادية	فرنسا	1	0.6		اليابان	19	40.4
	بولندا	6	3.8		كوريا الجنوبية	7	14.9
	هولندا	8	5.1	كندا	الهند	2	4.2
	اوكرانيا	10	6.4		البرازيل	2	4.2

	المملكة المتحدة	24	15.4		اخرى لم تذكر	9	19.1
	المانيا	5	3.2		المجموع	47	100
	تركيا	9	5.7		الصين	46	36.2
	اخرى لم تذكر	31	19.8		روسيا	25	19.6
	المجموع	156	100		الهند	2	1.5
	اسبانيا	6	6.7		اليابان	3	2.3
	ايطاليا	2	2.2		كوريا الشمالية	4	3.1
	البرازيل	5	5.6	اخرى	المملكة المتحدة	1	0.7
	هولندا	17	19.1	لم تذكر	بولندا	2	1.5
كولومبيا	المملكة المتحدة	8	8.9		فرنسا	2	1.5
	المانيا	1	1.1		المانيا	11	8.6
	تركيا	10	11.2		اخرى لم تذكر	31	24.4
	تشيلي	6	6.7		المجموع	127	100
	اخرى لم تذكر	34	38.2		المجموع الكلي	1400	
	المجموع	89	100				

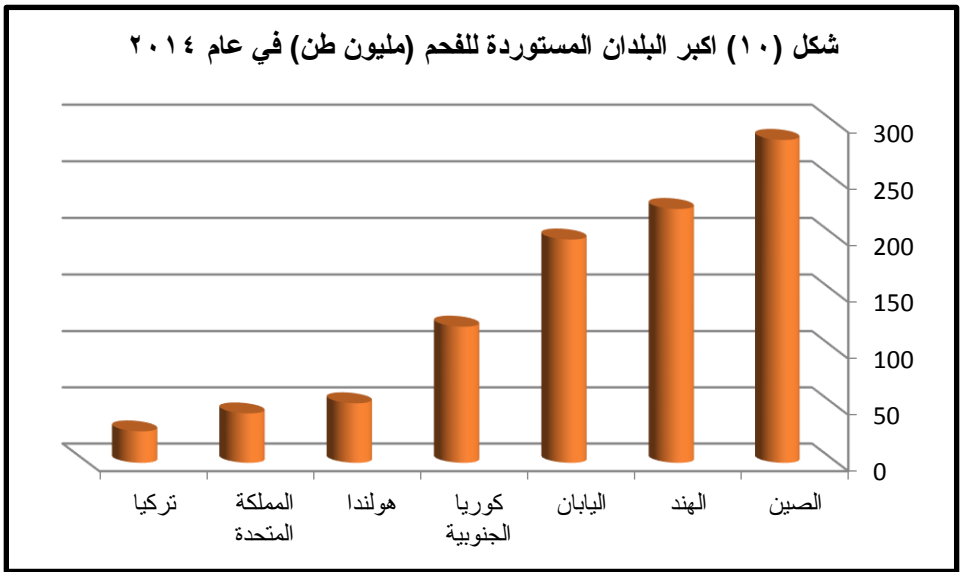
المصدر: https://www.carbonbrief.org/mapped-the-global-coal-trade

شكل (٩) اكبر البلدان المصدرة للفحم (مليون طن) في عام ٢٠١٤



المصدر : باعتماد الجدول (٩) .

شكل (١٠) اكبر البلدان المستوردة للفحم (مليون طن) في عام ٢٠١٤



المصدر : باعتماد الجدول (٩) .

وعلى الرغم من اهميته في سلم مصادر الطاقة لكنها تراجعت ولم يسهم إلاّ بنسبة ٥% من اجمالي التجارة العالمية وخاصة بعد منتصف القرن العشرين وذلك نتيجة عدة اسباب منها :

١-ان كلفة استخراج الفحم هي اكثر من كلفة استخراج مصادر الطاقة الاخرى كالنفط والغاز الطبيعي.

٢- كمية الطاقة التي يعطيها الفحم لوحدة وزن هي اقل من النفط ، حيث ان كل ١,٥ طن من الفحم يعطي طاقة حرارية تعادل طناً واحداً من النفط .

٣-ان استخراج الفحم يحتاج الى عدد كبير من الايدي العاملة مقارنةً مع استخراج كمية مماثلة من مصادر الطاقة الاخرى ، فعلى سبيل المثال يتطلب الحصول على (١٠٠) مليون/طن من النفط بحدود (١٧٤) ألف/عامل ، في حين يتطلب انتاج قيمة حرارية معادلة لذلك من الفحم الى (٣٣٥) ألف/عامل .

٤-احتواؤه نسبة عالية من الرماد والكبريت ، الامر الذي يزيد من تلوث البيئة مما أدى بكثير من الدول الى منع حرق الفحم وخاصة الانواع التي تحتوي نسباً عالية من الكبريت في المدن الصناعية في الدول المتقدمة بحكم قوانين الحد من التلوث البيئي التي شرعت في تلك الدول ،حيث يساعد الفحم في تفاقم مشكلة الانحباس الحرارى، إذ ينشأ نحو ٤٠% من غازات الاحتباس الحراري في أمريكا من انتاج الطاقة الكهربائية التي معظمها تعمل بالفحم في الوقت الحاضر البالغ عددها (١٣٨٧) محطة كهربائية .

٥ - تسهم صناعة تعدين الفحم بتغيير معالم سطح الارض من خلال تجريف وتخريب مساحات واسعة من الاراضي .

٦ - فضلت الدول التي كانت تستورد الفحم مصادر طاقة اخرى لمميزاتها ومعاملها الحراري الكبير وتكاليف نقلها الرخيصة وتنوع استعمالها ، فعلى سبيل المثال اتجهت الولايات المتحدة الامريكية نحو استيراد النفط الخام والغاز الطبيعي المنتج في مناطق اخرى من العالم للإبقاء على خزين عالٍ من الفحم في اراضيها للاستعمال مستقبلاً ، بينما استغلت ايطاليا القوى المائية التي تقع عند سفوح جبال الألب الجنوبية لإنتاج الطاقة الكهرومائية ، مما أسهم في تراجع تجارته الدولية.

٧- الفحم سلعة رخيصة لا يتناسب ثمنه مع حجمه أو وزنه ، ويعدُ الحد الاقصى لنقل الفحم بالسكك الحديدية نقلاً اقتصادياً مسافة (٥٥٠) كم ، ومع ذلك فان نقله لهذه المسافة يرفع تكاليف انتاجه بنسبة تتراوح بين (٧٠-٨٠%) .

٨- قابليته على التفتت ويصبح بعضه رماداً عند نقله او خزنه ،وهذا يقلل من كفاءة الطن منه كوقود ويجعل من الافضل استعماله في مناطق انتاجه .

لذلك وبسبب كل ما سبق قامت بعض الدول الاوروبية المنتجة للفحم مثل فرنسا وبلجيكا وهولندا والمانيا ولكسمبرك وايطاليا بإنشاء منظمة (الفحم والفولاذ الاوروبية) (The European Coal And Steel Community) ومن اهداف هذه المنظمة تكوين سوق مشتركة للفحم والفولاذ وإلغاء الحواجز الكمركية بين دول الاعضاء فيكون الاتجار بين هذه الدول[1] .

(1) - https://www.carbonbrief.org/mapped-the-global-coal-trade

الفصل الرابع

النفط

أولاً : مفهوم النفط

تعني كلمة النفط او البترول Petroleum المواد الهيدروكربونية السـائلة وهي مرادفة لكلمة الزيت الخام Crueler Oil ،وأصل كلمة البترول لاتينية ، ومكونة من مقطعين (Petra) ومعناها صخر ، (Oleum) بمعنى زيت ، لذلك معنى البترول الزيت المستخرج من صخور القشرة الأرضية ، وأسمه شائع (الذهب الاسود) وهو عبارة عن سائل كثيف قابل للاشتعال بني غامق أو بني مخضر يكون نافثاً اي انه قابل للسريان ، ويتكون في الأساس من مزيج من المركبات الطبيعية العضوية من داخل الأرض التي تحتوي (الهيدروجين والكربون والأوكسجين)،وهذه المواد أما تتواجد سـائلة (النفط الخام) أو غازية (الغاز الطبيعي) وقد تكون جنباً إلى جنب في حوض نفطي واحد أوتنفرد في وجودها[1] .

ثانياً :أهمية النفط

النفط الوقود الاكثر أهمية في العالم ، وتزايدت أهميته يوماً بعد يوم لتعدد استعمالاته ومنها :-

١-تعدد منتجاته بعد تكريره كالمواد البلاستيكية والكيميائية والتشحيم والشمع والقطران والإسفلت والمبيدات والأسمدة وغيرها .

٢-مصدر لتوليد الطاقة الكهربائية .

٣- يعد المادة الاساسية في وقود وسائل النقل البحرية والبرية والجوية .

٥- مادة أولية في الكثير من الصناعات مثل المطاط الصناعي والالياف الصناعية كالنايلون والروكالين وصناعة البلاستك.

٦- صناعة الزيوت والمواد التشحيم التي تعد ضرورية وأساسية في الصناعة.

٧- مادة خام لعديد من المنتجات البتروكيمياوية ومنها الأسـمدة النيتروجينية (يوريا)أو مبيدات حشـرية والمنظفات الصناعية ومواد التجميل والمنسوجات والاقمشة وغيرها .

٨- يدخل في العديد من المنتجات الغذائية مثل الاصباغ والمواد الحافظة .

يمثل النفط محور الصراع الاقتصادي والسياسي الدائر في العالم الآن لما يتميز به من مزايا هامة وعليه تستند قوة الدولة وأمنها من خلال سـيطرتها عليه في المجالات الاقتصـادية والاجتماعية، فضـلاً عن تصـاعد اهميته الاستراتيجية العسكرية حتى بعد انتشار استعمال الطاقة الذرية .

من خلال ما سبق تنبع اهمية النفط الاستراتيجية من حقيقتين :

---

(1) - http://www.sjvgeology.org/oil/oil.html

١- لانه مصـدر للطاقة فهو يحظى بمكانة متميزة بين مجموعة مصـادر الطاقة الأخرى ناجمة عن أسـباب فنية واقتصـادية وتتمثل في درجة الاحتراق العالي وارتفاع معاملة الحراري ونظافة اسـتعماله وسـهولة نقله وتخزينه وانخفاض نفقات إنتاجه ، فضلاً عن ما يتميز به من مزايا اخرى تعدُ ضرورية لوسائل النقل الحديثة كالسرعة وغيرها .

٢- لانه مادة خام اسـاسـية في العديد من فروع الصـناعات التحويلية الكيمياوية والبتروكيمياوية وحتى ان الاخيرة استمدت اسمها منه والتي أصبحت منتجاتها بحكم التقدم التكنلوجي تستعمل في كافة مجالات الحياة لرخص مواد الخام (النفط والغاز الطبيعي) وتنوع منتجاتها ورخص اثمانها وشيوع استعمالها وسرعة انتشارها لارتفاع قيمتها المضافة .

ثالثاً : النظريات التي تفسر اصل ونشأة النفط

أنقسـم العلماء الى فريقين في تحديد أصـل تكوين النفط وطريقة تكونه حتى برزت نظريتين مهمتين في تكوينه هما :

١- النظرية العضوية

يؤكد أنصـار هذه النظرية أن النفط عبارة عن مواد هيدروكربونية مزيجيه تجمعت عن تحلل كائنات حية حيوانية او نباتيةً وهم ينقسمون إلى مجموعتين :-

المجموعة الأولى :- وهم انصار النظرية العضوية الحيوانية التي تؤكد بأنَ أصل النفط يرجع إلى بقايا كائنات حيوانية بحرية كانت تعيش في وسط مياه بحار دافئة مثل حيوانات الكمبري والاسكاربوريا والقشـريات والصـدفيات والمحاريات وكائن حيوان مجهري هو الفورامنفيرا وقد تقطرت بمرور الزمن وتحت ضغط ملايين الاطنان وبظروف حرارية متباينة تكون النفط .

ويسـتشـهد مؤيدي هذه المجموعة أن محور النفط الرئيس في العالم الذي يمتد من خليج المكسـيك وبحيرة ماراكيبو في فنزويلا غرباً إلى الخليج العربي شـرقاً ينتمي إلى هذه النظرية ، وكذلك المحور الثانوي بين جنوب شـرق أوروبا بما فيه حقول روسـيا الاتحادية وحقول حوض بحر قزوين ورومانيا إلى جنوب شرق آسيا وجزر إندونيسيا ، اي ان اكثر من ٩٩% من نفط العالم يخضع لهذا التفسير . عموماً فإن النفط والهيدروكربونات السائلة والصلبة هي مواد ذات أصل عضوي يخضع تواجدها إلى قواعد ونظريات جيولوجية عامة تحدد أماكن تكونها وطرق هجرتها وتجمعها وتسربها .ان الاحواض الرسـوبية المتواجدة على حافات القارات التي تكونت عبر التاريخ الجيولوجي الطويل هي الأماكن المفضلة لتجمع كميات كبيرة من النفط .

المجموعة الثانية :- تؤكد ان النفط هو من بقايا كائنات عضـــوية نباتية مختلفة ، ويتخذ مؤيدوها من النفط الموجود بولاية بنسـلفانيا في شـمال شـرق الولايات المتحدة الأمريكية إلى جانب حقول الفحم الحجري مثالاً لذلك .

٢- النظرية اللاعضوية

يذهب انصـــار هذه النظرية إلى ان النفط عبارة عن مواد هيدروكربونية نجمت عن تفاعل احد مكونات القشرة الأرضية وهو كبريت الحديد مع الرطوبة ونجم عن ذلك مادة اشبه ما تكون بالاستلين تحولت إلى قطرات زيتية مع مرور الزمن ، و النفط على رأي هؤلاء العلماء يتواجد في مكامن في الصخور النارية والمتحولة ومن المستحيل تواجده في الصخور الرسوبية بحكم الظروف الجيولوجية المسؤولة عن تكونها وهم يستشهدون ببعض المكامن النفطية الموجودة في المكسيك (شبه جزيرة يوكوتان) وكذلك الجزيرة الوسطى (هونشو) في اليابان غير ان انصار النظرية العضوية يدحضون آراء هؤلاء ويؤكدون أنَ النفط حتى لو ســـلمنا جدلاً بوجوده في تكوينات الصـــخور النارية في تلك المكامن فانه يعد نفطاً مهاجراً من مكامن الصخور الرسوبية وليس اصلاً في مناطق تواجده.

تعد النظرية العضوية اكثر النظريات عند العلماء في تفسير أصل نشأة وتكوين النفط وذلك لعدة اسباب منها[١] :-

١- وجود كميات كبيرة من المواد العضـوية والهيدروكربونات في الصـخور الرسـوبية المكونة للقشـرة الأرضـية ، وهذه المواد العضـوية توفران الكاربون والهيدروجين اللذين يتحدان مع بعضـهما تحت ظروف معينة من الضـــغط ودرجة الحرارة مع وجود بعض العوامل المســـاعدة وبذلك فان نســـبة ٩٩% من النفط في الصخور الرسوبية .

٢- وجود عناصـــر البروفرين والنتروجين في البقايا النباتية والحيوانية فقط ويمكن التعرف عليها بسهولة في التحليل الكيميائي لأغلب العينات النفطية خفيفة كانت ام ثقيلة .

٣- النشـاط الضـوئي للنفط ظاهرة أخرى ودليل يؤيد الأصـل العضـوي للنفط ، حيث يتم ذلك النشـاط الضوئي نتيجة وجود مادة الكولسترول التي هي من أصل حيواني أو نباتي للنفط .

رابعاً : مراحل تكوين النفط

١- تترسب الرواسب في أحواض مغلقة وبيئتها مختزلة بحيث لا يوجد اتصال مع مياه البحار وبسبب ملوحة مياه تلك الأحواض العالية جداً تتراوح بين (١٠٠٠-١٠٠)جزء من المليون يسـبب موت الكائنات البحرية الحية ومن ثمَ تنزل إلى قاع الحوض المكون من الطين .

---

(١) - عبدالله شاكر السياب ، محمد حسني عبدالحميد الزرقا ، جيلوجيا النفط ، جامعة بغداد ،١٩٧٩ ، ص ١٣٨ .

٢- تفســـخ وتحلل الكائنات العضـــوية المترســـبة مع الطين واختلاط نواتج التحلل مع حبيبات الطين المبللة بماء الحوض لتكوين مادة ســـابروبيل Sapropeles ، ومع اســـتمرار التفســـخ والتحلل بواسطة البكتريا وملوحة المياه وتحت الضغط والحرارة يتكون خليط الهيدروكاربونات المختلطة مع الماء والأطيان ومن ثم يتحول إلى ما يسمى سابروبليت Sapropelte الذي يعدُ الصخر الأم للنفط .

٣- باستمرار الترسيب في الحوض يزداد الضغط على السوائل في السابروبليت مما يؤدي إلى خروج الســـوائل منه تاركة وراءها الطفل الأســـود Black Shal الذي به آثار نفطية ، ويتحرك الماء وجزيئاتِ النفط في داخلها من صخر إلى آخر إلى ان يصلا إلى المكمن أو المصيدة حيث يصعب عليهما التحرك خارجه .

٤- تعد البكتريا اللاهوائية Anaerobic Bacteria عاملاً مهماً في تفسخ وتحلل الكائنات العضوية ، حيث تقوم هذه البكتريا بتركيز عنصـــر الكبريت من الماء وكذلك تكوين غاز ثاني كبريتيد الهيدروجين كذلك تتفاعل مع عنصـــر الحديد الموجود ضـــمن تكوينات المعادن الطينية لتكون كبريتيد الحديد ، فضلاً عن تحويل الهيدروجين لتكوين هيدروكربونات ذات كثافة عالية .

٥- تتعدد نوعيات النفط الخام من حقل لآخر تبعاً لطبيعة المادة الأولية العضـــوية التي كانت في أحواض الترسيب التي تكون منها النفط وتبعاً لما يكتسبه نتيجة هجرته وحركته من الصخور الأم إلى المكمن .

خامساً : ضوابط المكامن النفطية

يقصد بالمكامن النفطية نقاط التجمع الفعلي للنفط أي هي خزان النفط وهنالك مجموعة ضوابط يجب توافرها لغرض تكوين المكامن النفطية هي :-

١- بيئة جيولوجية وجغرافية تسمح بنمو الكائنات فيها ، إذ لابد من وجود بحار تعيش فيها ثم تموت وتدفن في قيعانها تحت آلاف الأطنان من الأطيان والرمال أي ضرورة توافر الصخور المصدرية Resources Rocks .

٢- وجود طبقات صخرية مسامية تسمح بتحرك النفط بين مساماتها كالصخور الرملية والكلسية ونادراً ما نجده في الصخور النارية .

٣- وجود بؤر ومنخفضات تساعد على تجمع النفط في أعماق مختلفة يطلق عليها مكامن النفط .

٤- وجود طبقتين من الصـــخور غير المســـامية تحول دون تســـرب الزيت أو هجرته يطلق عليها الصخور المانعة Cap Rocks.

٥- لا بد من حركات تكتونية (باطنية) تعمل على تجمع الزيت ، وهي حركات التوائية أو انكسارية أو اندفاعية طباقيه خفيفة لذلك توجد أنواع من المكامن النفطية تبعاً لطبيعة تلك الحركات المسؤولة عن تكوينها .

سادساً : انواع المكامن النفطية

حدد العالم لفرسن أنماط المكامن النفطية بالآتي :-

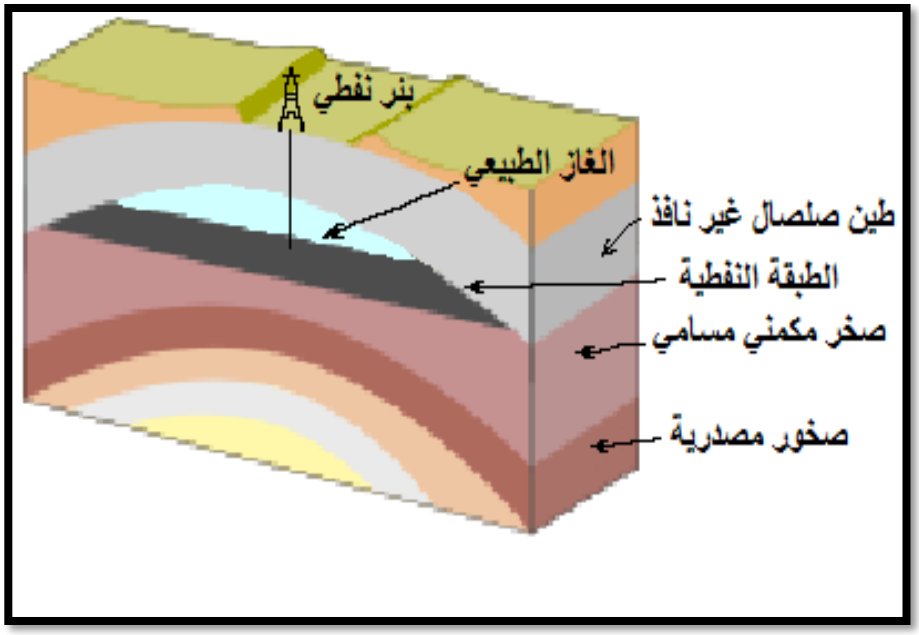
١- المكامن التركيبية :- Structural Traps

هذا النوع من المكامن تكون بفعل ظواهر تركيبية تسببت في اصطياد الرواسب النفطية وهذه الظواهر مثل الثنيات أو التصدع أو الكسور أو توغل كتل ملحية أو نارية وتقسم المكامن التركيبية إلى عدة انواع منها :-

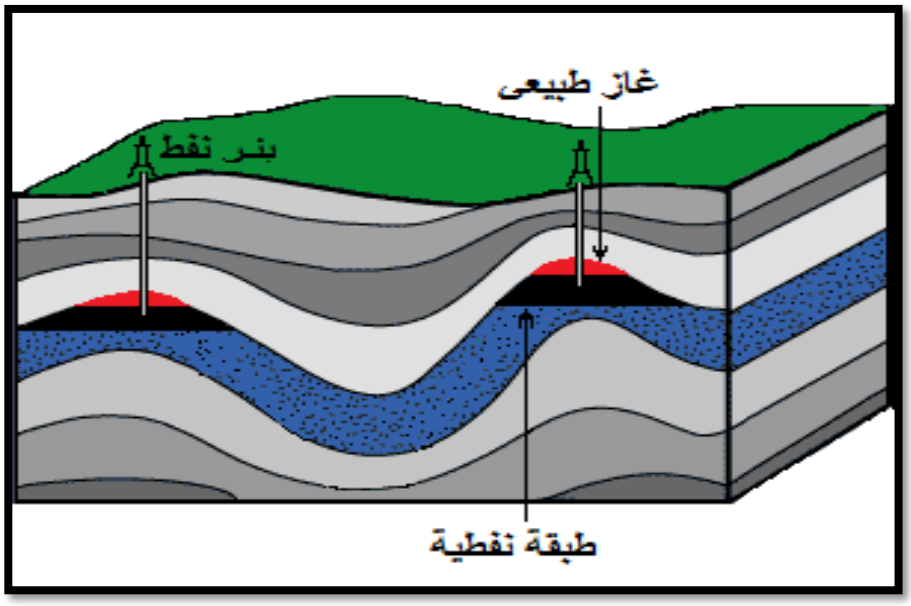
أ- مكامن تكونت بعمليات الثني Folding

يشتمل هذا النوع من المكامن على كل التراكيب الجيولوجية العائدة للثنيات المحدبة مثل القبة Dome أو الطيات المحدبة أو المقلوبة انظر شكل (١١) و(١٢) .

شكل (١١) مصيدة نفط محدبة



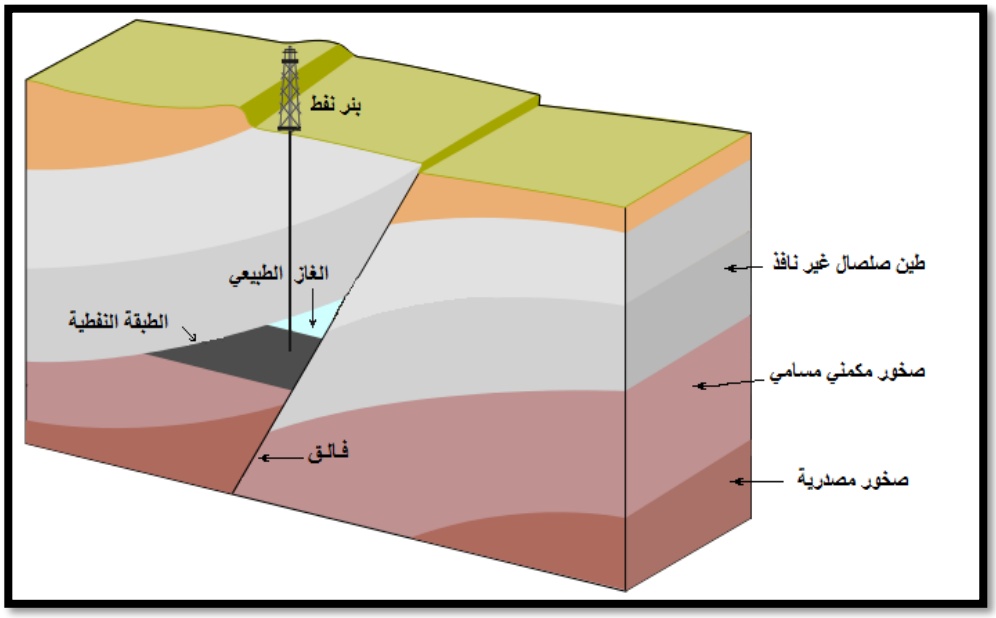
شكل (١٢) مكامن نفطية بفعل عدة طيات تحدبيه



ب- مكامن تكونت بالفوالق Faults

تكونت العديد من مكامن النفط بواسطة الفوالق العادية والمعكوسة وقد يكون الفالق هو السبب الرئيس لاصطياد النفط ومن المعتاد ان يشترك الفالق مع أية ظاهرة تركيبية أخرى لعمل المكمن مثل الثني أو الميل أو تغير النفاذية ، ويؤثر الفالق على خصائص ومعدلات الإنتاج . انظر شكل (١٣).

شكل (١٣) مكامن نفطية بفعل فالق



ج- مكامن تكونت بفعل الشقوق أو الكسور Fractures

يعد التكسير أو التشقق من الأسباب المهمة للمسامية والنفاذية لصخور المكامن ، حيث يمكن اصطياد النفط في هذه المناطق المكسورة من الصخور ولو لم يكن هناك اي تركيبات جيولوجية اخرى قد تكون مسؤولة عن اصطياد النفط .

٢- المكامن الطبقية Stratigraphie Traps

تقسم المكامن الطبقية إلى قسمين رئيسين :-

أ- مكامن طبقية أولية Primary Stratigraphic Traps

وتكونت هذه المكامن نتيجة ظروف عملية الترسيب والبيئة الترسيبية مثل رواسب الرمال والشعاب المرجانية وتقسم هذه المكامن على ثلاثة أنواع منها مكامن طبقية أولية فتاتية التي تتكون من طبقات صخرية عدسية مسامية محاطة برواسب غير منفذة أو غير مسامية وتتكون هذه المكامن من حجرالرمل والأركوز والصخور القشرية واخرى أصلها ناري ومتحول ترسبت بعد تعرية الصخور الأصلية . أما النوع الثاني فهو الكيميائية وتتألف صخور هذه المكامن من مواد جيرية مسامية .

أما النوع الثالث فهو الطبقية الأولية هو المكامن العضوية وهي تتواجد في كل صخور العصور المختلفة ، وأهم أنواع المكامن العضوية تلك التي تتكون من الشعاب المرجانية أو فتات العضويات تحيط بها رواسب غير منفذة .

ب- المكامن الطبقية الثانوية Secondary Stratigraphic Traps

تكونت هذه المكامن نتيجة عمليات تكتونية أسهمت في عمليات أثرت بعد الترسيب وتكوين الصخور .

٣- المكامن المركبة : Combined Traps

تقسم المكامن المركبة الى :

أ- طبقية كوجود حافة فاصلة بين طبقات مسامية (منفذة) واخرى غير مسامية (غير منفذة)
ب- تركيبية تعطي الظاهرة الطبقية والصخور المحيطة تشكيلاً يساعد على تجمع أو اصطياد النفط .

ومن الأنواع المهمة للمكامن المركبة هي مكامن القباب الملحية Salt Domes حيث ان توغل أو إقحام الكتل الملحية في الصخور الرسوبية يكون مصائد أو مكامن طبقية وتركيبية أو مركبة وتنتشر تلك المكامن في ساحل خليج المكسيك بالولايات المتحدة الأمريكية وشمال المانيا وإقليم Emba في روسيا الاتحادية .

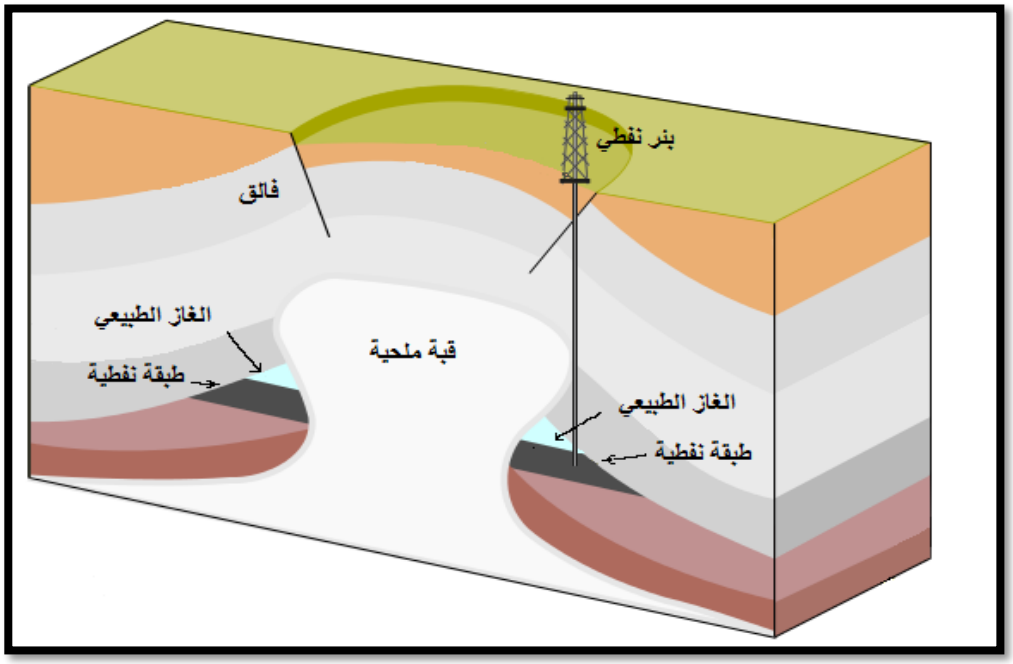
هناك نوعين رئيسين من القباب الملحية هما :-

١- قباب ملحية خارقة Diapir –Piercement Salt Demen

٢- قباب ملحية غير خارقة Non –Piercement Salt Domes

يؤدي اختراق الكتل الملحية للرواسب إلى تكوين العديد من المكامن حولها قد تصل إلى عشرة برك من النفط Oil Pools أو أكثر ويرجع سبب تكوين هذه المكامن بسبب اندفاع غازات بركانية تسبب ترسب الاملاح من المحاليل المائية ثم تندفع الكتل الملحية المترسبة إلى اعلى مسببة تلك القباب الملحية أو قد يعود السبب إلى انه عند صعود المحاليل الملحية خلال مستويات ضعيفة تبرد تدريجياً ويترسب الملح من المحاليل وتنمو وتزداد كميته وحجمه باستمرار عملية التبريد والتبلور مما يؤدي إلى عملية التوغل والاختراق وتكوين القباب الملحية ، انظر شكل (١٤).

شكل (١٤) مكمن نفطي تكون بفعل اندفاع قبة ملحية



سابعاً : هجرة وحركة النفط

ثبت ان النفط المتكون في احواض الترسيب يتحرك ويهاجر منها إلى صخور يتجمع فيها ويستمر في حركته إلى ان يصل إلى صخور تعيقُ حركته بسبب عدم نفاذيتها فيتوقف عن الحركة وتمثل تلك الصخور غطاءً محكماً على الرواسب النفطية يسمى بالمكمن ، أما حركة النفط وانفصاله عن الماء المصاحب له عند وصولهما المكمن يعدُ ايضاً نوعاً من الهجرة وكذلك انفصال الغاز الطبيعي عنهما حيث تعد هذه الحركة حركة داخلية تعود في الأصل إلى تأثير الجاذبية الأرضية وفرق الأوزان النوعية لمكونات الرواسب النفطية .

العوامل تؤثر في هجرة وحركة النفط :-

١- عوامل الضغط

يعد الضـــغط من عوامل حركة وهجرة النفط من مكان لآخر راســـياً أو أفقياً وذلك لان النفط في الصخور التي يتجمع فيها يقع تحت تأثير ضغط الطبقات المترسبة فوق الصخر الأم الذي يتكون به النفط وهو ضغط متزايد لاستمرار عملية الترسيب في الأحواض ويسمى هذا الضغط أستاتيكياً Static وبواســطته يخرج النفط من الصــخر الطيني الذي تكون به إلى صــخور مســامية اخرى يتجمع بها . وهناك تأثير آخر للضــغط الذي تســببه العمليات البنائية أو التكتونية Tectonic المصــاحبة لتوغل الماجما في الصخور الرسوبية أو المصاحبة لحدوث الثنيات أو الفوالق وهذا النوع من الضغط يسمى ضغطاً ديناميكياً Dynamic وقد يسبب هذا الضغط تحطيماً للرواسب النفطية المتجمعة في الصخور الرسوبية أو توزيعها على مكامن متناثرة .

٢- عوامل تغيير حجم مسامات الصخور

يتغير حجم المسامات بين الحبيبات الصخرية نتيجة الضغط الإستاتيكي أو الديناميكي ومن ثمَ تتأثر الســوائل النفطية فيها مما يســبب حركتها من مكان تكوينها إلى المكمن فمثلاً يتحرك النفط من الصخر الطيني (الصخر الام أو الصخور المصدرية) إلى المكمن الرملي المسامي .

٣- عوامل تأثير الخاصية الشعرية

يعتمد تأثير الخاصية الشعرية خصائص السوائل النفطية وحجم المسامات وهناك علاقة عكسية بين كبر أقطار المسامات وبين ضغط الخاصية الشعرية ، أي أنه كلما كانت المسامات أقطارها كبيرة قل ضغط الخاصية الشعرية والعكس صحيح .

ثامناً : احتياطي النفط

يعرف الاحتياطي النفطي بأنه كمية النفط الموجود والمخزون في باطن الارض الذي يمكن استخلاصه وإنتاجه بالوسائل والتقنيات المعروفة ،ويحدد حجم الاحتياطي النفطي بحسب سعة المكمن عرضاً وطولاً وسمكاً، ويصنف الاحتياطي النفطي الى عدة اصناف وهي :

١-**الاحتياطي المؤكد (المثبت)** : وهو كمية النفط التي تشير المعلومات الجيولوجية والهندسية الى امكانية استخراجها بصورة تقريبية دقيقة من المكمن النفطي في الظروف الاقتصادية والتقنية المعروفة حالياً .

٢-**الاحتياطي المرجح وجوده** : هي كميات النفط الممكن الحصـــول عليها من المكامن النفطية المجاورة للمكامن التي تم تطويرها والتأكد من احتياطيها المؤكد .

٣- **الاحتياطي الممكن :** وهي كميات النفط التي يمكن الحصـــول عليها ضـــمن الاحتياطي المرجح وجوده والكميات الممكن الحصـــول عليها في المناطق البعيدة والممكن تطويرها لتضـــيف كميات مناسبة من الاحتياطي الممكن استثماره واستغلاله .

٤- **الاحتياطي المحتمل :** وهي كميات النفط المتوقع الحصول عليها واستخلاصها من المكامن التي لم يتم تطويرها او حفرها بعد ، التي يعتقد جيولوجياً حســـب نوعية صـــخورها الرســـوبية وتاريخ تكوينـها أنها من المحتمل احتوائها على النفط .

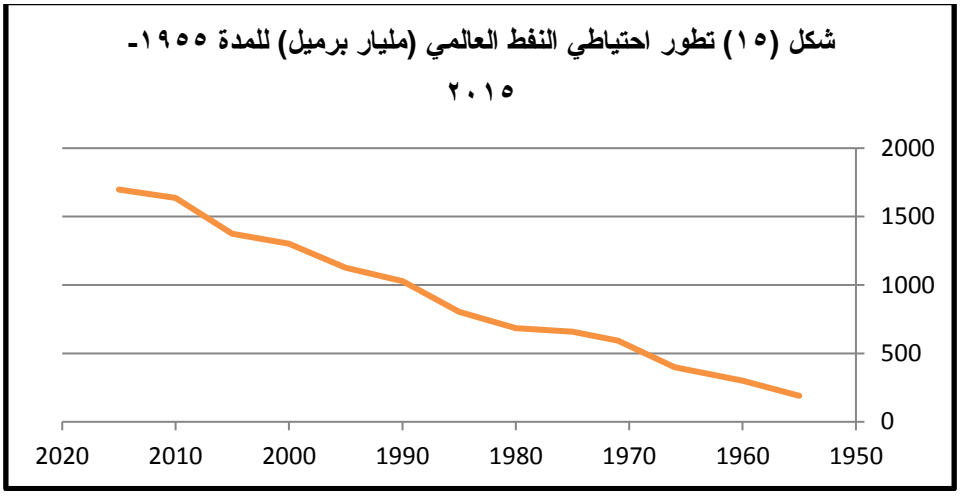
أ – أحتياطي النفط العالمي World Reserves Oil

تطورت كميات احتياطي النفط العالمي تطوراً كبيراً خلال المدة ١٩٥٥-٢٠١٥ نتيجة تطور الاكتشـــافات الجديدة للمكامن النفطية بفعل الطلب المتنامي عليه الذي اصـــبح يمثل عمود الاقتصـــاد العالمي . يلاحظ من الجدول (١٠) والشـــكل (١٥) تضـــاعف احتياطيات العالم من النفط خلال (٦٠) ســـنه الماضـــية بحدود تســـعة مرات، اذ بلغت في عام ١٩٥٥ نحو (١٩٠) مليار برميل ، واخذت هذه الاحتياطيات بالتزايد ســـــنة بعد اخرى بفعل تطور الاكتشـــــافات للمكامن النفطية الجديدة حتى بلغت اقصاها في عام ٢٠١٥ لتصل (١٦٩٧,٦) مليار برميل .

جدول (١٠) تطور احتياطي النفط العالمي (مليار برميل) للمدة ١٩٥٥-٢٠١٥

السنة	الاحتياطي
1955	190
1960	300
1966	400
1971	592
1975	658.7
1980	683.4
1985	802.6
1990	1027.5
1995	1126.2
2000	1300.9
2005	1374.4
2010	1636.5
2015	1697.6

BP Statistical Review of World Energy June 2016



المصدر : باعتماد الجدول (١٠) .

وعلى مستوى دول العالم يتبين من الجدول (١١) والشكل (١٦) انه يتركز اكثر من ٦٠% من احتياطيات النفط العالمي (١٠٤٠,٦) مليار برميل في خمس دول وهي فنزويلا والمملكة العربية السعودية وكندا وايران والعراق وبنسب ١٧,٧% و ١٥,٧% و ١٠,١% و ٩,٣% و ٨,٤% على التوالي ، بينما تنتشر ٣٠,٣% من احتياطي العالم الأخرى في تسع دول (روسيا والكويت والامارات العربية والولايات المتحدة وليبيا ونيجيريا وكازاخستان وقطر والصين) وبنسبة ٦% و ٥,٩% و ٥,٨% و ٣,٢% و ٢,٨% و ٢,٢% و ١,٨% و ١,٥% و ١,١% من اجمالي احتياط العالم على التوالي ، كما تنتشر أقل من٩,٣ % من احتياطيات العالم من النفط في بقية دول العالم في أكثر من ٢٨ دولة .

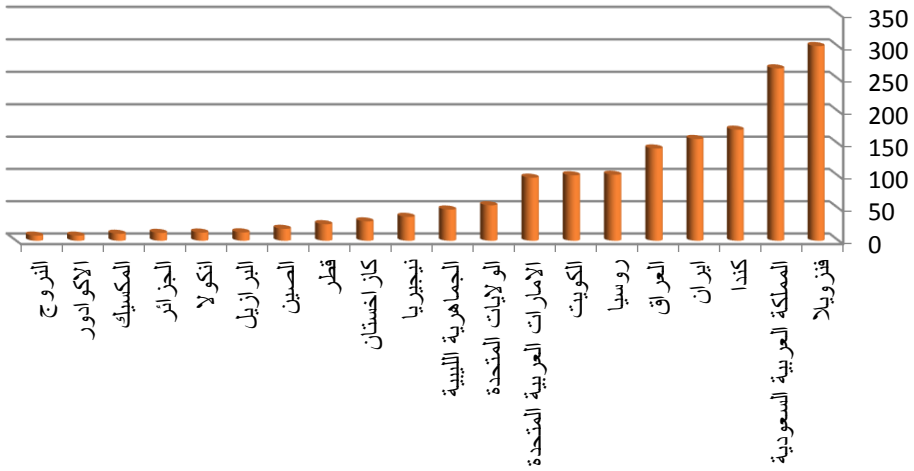
جدول (١١)احتياطي النفط (مليار برميل) في دول العالم في عام ٢٠١٥

الدولة	الاحتياطي	%	الدولة	الاحتياطي	%
فنزويلا	300.9	17.7	اندونيسيا	3.6	0.2
المملكة العربية السعودية	266.6	15.7	ماليزيا	3.6	0.2
كندا	172.2	10.1	مصر	3.5	0.2
ايران	157.8	9.3	جنوب السودان	3.5	0.2
العراق	143.1	8.4	اليمن	3	0.2
روسيا	102.4	6.03	المملكة المتحدة	2.8	0.2
الكويت	101.5	5.9	سوريا	2.5	0.1
الامارات العربية المتحدة	97.8	5.8	الارجنتين	2.4	0.1
الولايات المتحدة	55	3.2	كولومبيا	2.3	0.1
الجماهرية الليبية	48.4	2.8	الكابون	2	0.1
نيجيريا	37.1	2.2	الكونغو	1.6	0.1

كازاخستان	30	1.8	تشاد	1.5	0.1
قطر	25.7	1.5	السودان	1.5	0.1
الصين	18.5	1.1	بيرو	1.2	0.1
البرازيل	13	0.8	غينيا الاستوائية	1.1	0.1
انكولا	12.7	0.7	بورينيو	1.1	0.1
الجزائر	12.2	0.7	ترينداد و توباكو	0.7	0.04
المكسيك	10.8	0.6	الدنمارك	0.6	0.03
الاكوادور	8	0.5	ايطاليا	0.6	0.03
النروج	8	0.4	رومانيا	0.6	0.03
تركمانستان	8	0.4	اوزبكستان	0.6	0.03
اذربيجان	7	0.4	تونس	0.4	0.02
الهند	5.7	0.3	تايلاند	0.4	0.02
عمان	5.3	0.3	اخرى لم تذكر	7.8	0.5
فيتنام	4.4	0.3	اجمالي العالم	1697.6	100
استراليا	4	0.2			

BP Statistical Review of World Energy June 2016

شكل (١٦)كمية احتياطي النفط (مليارببرميل) في أكبر عشرين دولة في العالم لعام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (١١) .

يتوزع احتياطي النفط من خلال جدول (١٢) والشكل (١٧) على النحو الآتي :

١-تحتل منطقة الشرق الأوسط نسبة ٤٧,٣% من اجمالي احتياطي العالم .

٢- تحتل أمريكا الجنوبية المرتبة الثانية بنسبة ١٩,٣% .

٣- تشكل قارة امريكا الشمالية المرتبة الثالثة بنسبة ١٣,٤% .

٤- تحتل قارة أوروبا المرتبة الرابعة بنسبة ٩,١% .

٥- جاءت قارة أفريقيا بالمرتبة الخامسة بنسبة ٧,٥% .

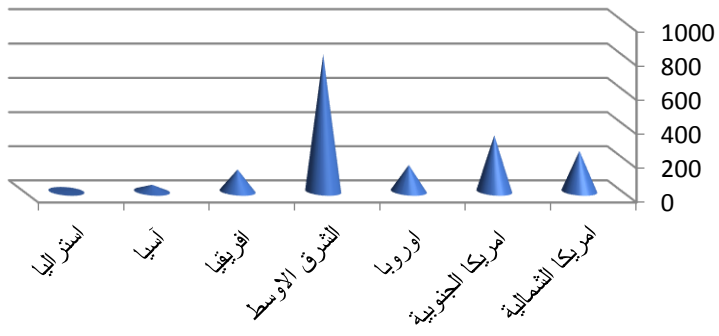
٦- أخيراً قارتي آسيا واستراليا بنسبة ٢,٦% و ٠,٢% على التوالي .

جدول (١٢) التوزيع الجغرافي لاحتياطي النفط (مليار/برميل) بحسب الاقاليم الجغرافية لعام ٢٠١٥

القارة	الاحتياطي	النسبة %
امريكا الشمالية	228	13.4
امريكا الجنوبية	327.9	19.3
اوروبا	154.9	9.1
الشرق الاوسط	803	47.3
افريقيا	128.2	7.5
آسيا	44.8	2.6
استراليا	4	0.2
المجموع	1697.6	100

BP Statistical Review of World Energy June 2016

شكل (١٧) احتياطي النفط (مليار برميل) بحسب الاقاليم الجغرافية في عام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (١٢) .

وتغيرت الاهمية النسبية لاحتياطي النفط في الاقاليم الجغرافية للمدة ١٩٨٠-٢٠١٥ اذ كانت منطقة الشرق الاوسط في فترة الثمانينات من القرن الماضي تصل اهمية احتياطيها الى ٥٣% ووصلت اقصاها في عقد التسعينات لتبلغ ٦٤,١% ، ويرجع سبب الزيادة في هذه الفترة نتيجة اعادة الاستكشافات والتنقيب عن النفط في كل من العراق وايران بعد نهاية حرب الخليج الاولى مما زادت احتياطيات العراق بنسبة ٧٠% وفي ايران زادت بنسبة ٣٧,١% ، وارتفعت احتياطيات المملكة العربية السعودية بنسبة ٣٥,٧% ، والامارات العربية المتحدة بنسبة ٦٧% . وبالرغم من تزايد احتياطيات منطقة الشرق الاوسط سنة بعد اخرى الاَ انه تراجعت هذه الاهمية منذ العقد الاول من القرن الواحد والعشرين اذ بلغت الاهمية النسبية عام ٢٠١٠ بحدود ٤٦,٨% ، ويرجع سبب هذا التراجع نتيجة تطور وتنامي الاكتشافات النفطية في مناطق اخرى من العالم كأمريكا الجنوبية ، اذ ارتفعت احتياطيات فنزويلا من (٧٦,٨) مليار برميلاً في عام ٢٠٠٠ لتصل الى (٢٩٦,٥) مليار برميلاً عام ٢٠١٠ وبزيادة بنسبة ٧٤% وزيادة احتياطي البرازيل من (٨,٥) مليار برميل عام ٢٠٠٠ لتصل (١٤,٢) مليار برميلاً عام ٢٠١٠ وبزياده قدرها ٤٠,١% ، فضلاً عن تطور احتياطيات اوزباكستان من (٥,٤)مليار عام ٢٠٠٠ لتصل (٣٠) مليار عام ٢٠١٠ .

ب – الاحتياطي النفطي العربي :Arabic Reserves Oil

استطاعت الدول العربية بعد الاستكشاف والتنقيب وبذل الاموال الضخمة التي انفقتها خلال العقود الثلاثة الماضية ان تضاعف حجم احتياطيها النفطي ، اذ ارتفعت من (٣٣٧,٦) مليار برميل عام ١٩٨٠ الى (٧١١,٥) مليار برميل عام ٢٠١٥ ، وبزيادة بلغت (٣٧٣,٩) مليار برميل ، ويمثل احتياطي النفط العربي اهمية كبيرة وبنسبة نسبة ٤٢%بالمقارنة مع الاحتياطي العالمي البالغ (١٦٩٧,٦) مليار برميل ، ويتركز في منطقة الخليج العربي (المملكة العربية السعودية ،العراق ،الكويت ،الامارات العربية ،قطر، سلطنة عمان ،اليمن) على كميات احتياطي البالغ (٦٤٣)مليار برميلاً ويشكل نسبة ٩٠,٣% من مجموع احتياطي الدول العربية ، وبنسبة ٣٧,٣% من اجمالي الاحتياطي العالمي .

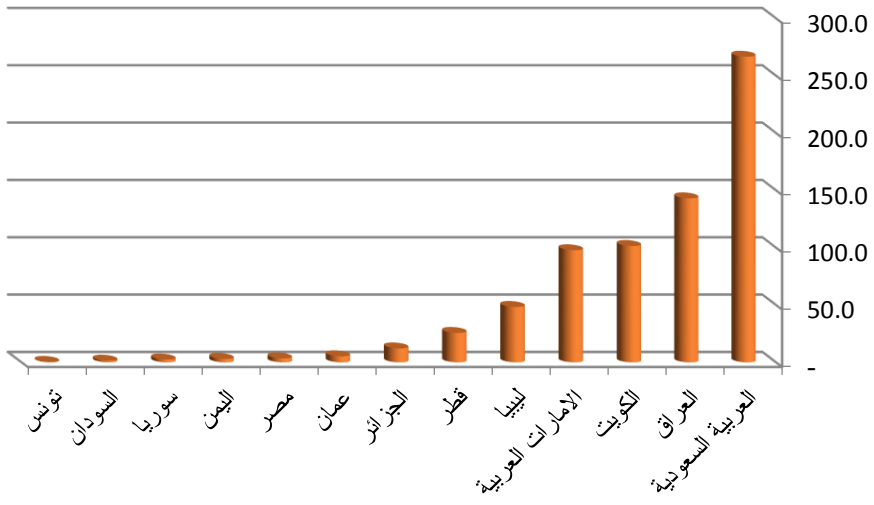
يلاحظ من الجدول (١٣) والشكل (١٨) ان احتياطي المملكة العربية السعودية يشكل اعلى نسبة ٣٧,٤% من الاحتياطي العربي وبنسبة ١٥,٧% من الاحتياطي العالمي ، تليها العراق بنسبة ٢٠,١% وبنسبة ٨,٤% عالمياً ،ثم تأتي الكويت بنسبة ١٤,٢% عربياً وبنسبة ٦% عالمياً ، تليها الامارات العربية المتحدة بنسبة ١٣,٧% عربياً وبنسبة ٥,٧% عالمياً ، ثم تأتي كل من ليبيا وقطر بنسبة ٦,٨% و ٣,٦% من اجمالي احتياطي الدول العربية وعلى التوالي ، بينما يتركز في كل من (الجزائر وسلطنة عمان ومصر واليمن وسوريا والسودان و تونس) بحدود (٣٢) مليار برميل ، وتشكل هذه الدول نسبة ٤,٥% من اجمالي الاحتياطي العربي .

جدول (١٣) تطور احتياطي النفط (مليار برميل) في الدول العربية للمدة ١٩٨٠-٢٠١٥

الدولة	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	نسبة الاحتياطي لعام ٢٠١٥
العربية السعودية	168.0	171.5	260.3	261.5	262.8	264.2	264.5	266.6	37.4
العراق	30.0	65.0	100.0	100.0	112.5	115.0	115.0	143.1	20.1
الكويت	67.9	92.5	97.0	96.5	96.5	101.5	101.5	101.5	14.2
الامارات العربية	30.4	33.0	98.1	98.1	97.8	97.8	97.8	97.8	13.7
ليبيا	20.3	21.3	3.5	29.5	36.0	41.5	47.1	48.4	6.8
قطر	3.6	4.5	3.0	3.7	16.9	27.9	24.7	25.7	3.6
الجزائر	8.2	8.8	0.1	10.0	11.3	12.3	12.2	12.2	1.7
سلطنة عمان	2.5	4.1	4.4	5.2	5.8	5.6	5.5	5.3	0.7
مصر	2.9	3.8	9.2	3.8	3.6	3.7	4.5	3.5	0.5
اليمن	-	0.5	2.0	2.0	2.4	2.9	3.0	3.0	0.4
سوريا	1.5	1.5	1.9	2.6	2.3	3.0	2.5	2.5	0.3
السودان	-	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	5.0	1.5	0.2
تونس	2.2	1.8	1.7	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4	0.06
المجموع	337.5	408.6	581.5	613.6	648.6	676.6	683.7	711.5	100
اجمالي العالم	683.4	802.6	1028	1126	1301	1374	1636	1697.6	42

BP Statistical Review of World Energy June 2016

شكل (١٨) احتياطي النفط في الدول العربية (مليار برميل) في عام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (١٣) .

تاسعاً : الانتاج العالمي للنفط Global Oil Production

أ – الانتاج العالمي :

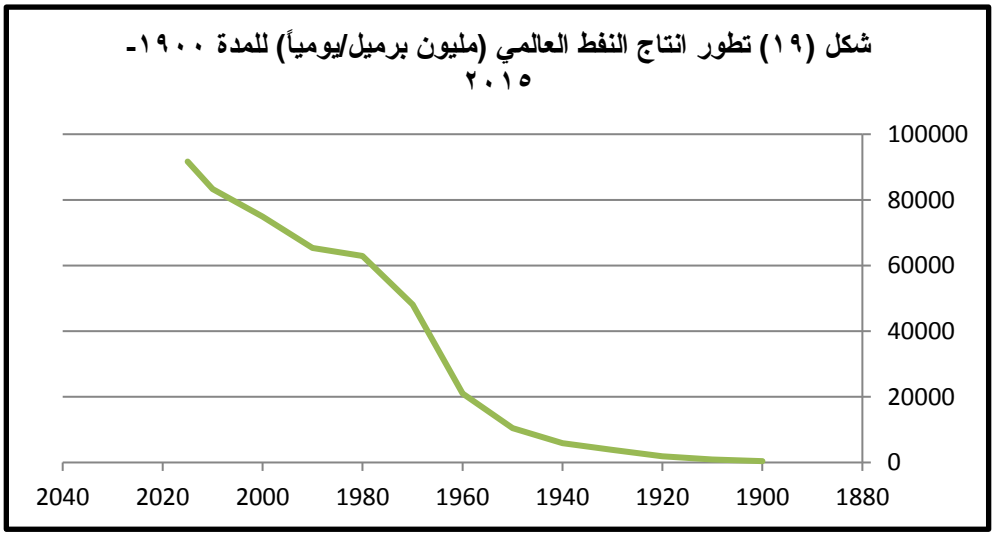
بدأ انتاج النفط بصـورة تجارية منذ عام ١٨٥٩ ويعد هذا التاريخ بداية صـناعة النفط الحديثة في العالم حيث كان مجمل الانتاج للنفط في عام ١٨٦٠ لا يتجاوز(٥٠٨) آلاف برميل ارتفع في عام ١٨٦١ ليصـل (٢,١) مليون برميل ، وفي عام ١٨٨٠ ازداد انتاج العالم بشـكل كبير ملحوظ اذ بلغ اجمالي الانتاج (٣٠) مليون برميلاً ، وبحلول عام ١٩٠٠ كانت كثير من الدول قد دخلت في مجال انتاج النفط وخاصة بيرو وجزر الهند الشرقية الهولندية (اندونيسيا) مما أسهم في تطور الانتاج بشكل حثيث ومطرد واتساع في الرقعة الجغرافية المنتجة للنفط ليبلغ (٤٠٩) الف برميل/يومياً ليرتفع في عام ٢٠١٥ ليصل (٩١,٦٧٠) مليون برميل/يومياً كما يتبين من الجدول (١٤) والشكل (١٩) .

جدول (١٤) تطور انتاج النفط العالمي (مليون برميل/يومياً) للمدة ١٩٠٠-٢٠١٥

السنة	الانتاج
1900	0.409
1910	0.898
1920	1.887
1930	3.868
1940	5.89
1950	10.419
1960	21.026
1970	48.056
1980	62.959
1990	65.386
2000	74.922
2010	83.283
2015	91.67

BP Statistical Review of World Energy June 2016

شكل (١٩) تطور انتاج النفط العالمي (مليون برميل/يومياً) للمدة ١٩٠٠-٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (١٤) .

اهم التطورات التاريخية التي اثرت بالإنتاج العالمي للنفط :

١- بدأت الثورة النفطية العظمى بعد ٢٨اب عام ١٨٥٩ التي حصلت في ولاية بنسلفانيا الأمريكية عندما نجح خلالها العالم الأمريكي أدوين دريك لأول مرة في استخراج النفط ، وتزايد اكتشاف البترول منذ أواسط ثمانينيات القرن التاسع عشر عندما أجريت تجارب على أيدي علماء كيميائيين في أوروبا والولايات المتحدة لتكرير النفط والحصول على وقود للإضاءة من بينهم عالم النفط الكندي (إبراهام جيسنر) الذي كان قد حصل على امتياز الحصول على منتج نفطي جديد في الولايات المتحدة أواخر القرن التاسع عشر.

٢- كانت الولايات المتحدة حتى عام ١٩٠٠تستأثر المرتبة الاولى من مجموع الانتاج العالمي ثم تفوقت روسيا القيصرية على الولايات المتحدة للعام نفسه في انتاج النفط البالغ (٧٥,٨) مليون برميل و (٢٦,٣) مليون برميل وعلى التوالي ، ويرجع سبب هذا التحول نتيجة اهمية النفط وتعدد استعمالاته كالتحول نحو استعمال الكيروسين للإضاءة والاستعمالات المنزلية ، تزايد استخدام الزيوت والشحوم للآلات والمكائن واستعمال البنزين بعد اختراع المحرك ذي الاحتراق الداخلي ، والتوجه نحو استعمال زيت الوقود بدلاً من الفحم الحجري.

٣-شهدت أسواق النفط العالمية منذ نهاية الحرب العالمية الثانية ١٩٤٥ من القرن الماضي تغيرات جوهرية كان من أبرزها النمو الواسع في الاستهلاك العالمي للنفط في سابقة لم تشهد مثيلاً لها عبر تاريخ الصناعة النفطية ، وكذلك سيطرة الشركات النفطية الاجنبية (الاخوات السبع) (النفط البريطانية ،شل ،اكسون ،غولف ،تكساكو ،موبيل ،سوكال) والتي كانت تهيمن على الانتاج ضمن عقود (الامتيازات) والتي امتدت لتغطي أغلب مناطق الشرق الاوسط والخليج ، إذ تضاعف الإنتاج العالمي في الخمسينيات ليصل إلى (٢٢) مليون برميل يومياً .

٤-أسهم الانتعاش الكبير في الاقتصاد العالمي بعد الحرب العالمية الثانية، في أعقاب خطة مارشال لإعادة إعمار أوروبا، الزيادة الكبيرة في استهلاك النفط في مناطق جغرافية متعددة خلال الفترة ١٩٥٣ – ١٩٧٣ إذ تضاعف في الولايات المتحدة، وزاد في أوروبا الغربية بمقدار ١٢ ضعفاً وفي اليابان زاد استهلاكها بتجاوز ١٠٠ مرة .

٥-رخص أسعار النفط السائدة في تلك الفترة، حيث بلغ متوسط سعر خام النفط العربي الخفيف للفترة ١٩٥٠ – ١٩٧٢ (١,٥) دولار للبرميل .

٦-شهد العام ١٩٦٠ تأسيس منظمة الأقطار المصدرة للبترول (أوبك)، كما شهدت تأميم الصناعة النفطية في كثير من الدول منذ بداية السبعينات إذ تراجع دور شركات النفط العملاقة (الاخوات السبع) لمصلحة شركات النفط الوطنية، خاصة بعد تأميم شركات النفط الأجنبية العاملة في العراق وفنزويلا، وتملك المملكة العربية السعودية لشركة آرامكو بالكامل، وشراء شركة نفط

الكويت أصـول شـركة بي بي وغولف أويل ومنذ ذلك التاريخ لم تعد الصـناعة النفطية على ما كانت عليه من قبل ، مما أثر على أسواق النفط حيث تضاعف مرة أخرى في السبعينيات ليصل الى (٤٨) مليون برميلاً يومياً في العام ١٩٧٠، ووصـــل الإنتاج العالمي الى (٥٧,٧) مليون برميلاً يومياً العام ١٩٧٣، وهو العام الذي شهد ما اصطلح على تسميته بالثورة النفطية الأولى.

٧-استعمال العرب النفط كسلاح في أعقاب حرب أكتوبر مع الكيان الصـهيوني عام ١٩٧٣، اذ فرض العرب حظراً نفطياً على الولايات المتحدة وهولندا واسـتمر هذا الحظر نحو سـتة أشـهر كان من نتائجه ارتفاع الأسعار أكثر من ثلاثة أضعاف لتصل الى نحو ١٢ دولاراً للبرميل لعام ١٩٧٤.

٨-اندلاع حرب الخليج الاولى (الحرب العراقية – الإيرانية) في أيلول عام ١٩٨٠، وكان من نتائجها فقدان الســـوق إمدادات اهم دولتين نفطيتين منتجتين في المنطقة مما اثر في انخفاض إنتاج الدول النفطية في (أوبك) الى (٢٢,٤) مليون برميلاً/يومياً، أي تراجع بنحو (٧) ملايين برميل يومياً عن مســـتواه عام ١٩٧٨ نظراً للتراجع الكبير في انتاج كل من العراق وإيران نتج عن ذلك زيادة أخرى غير مسبوقة في الأسعار وصلت الى ٣٢ دولاراً للبرميل العام ١٩٨١ مقارنة بـــ١٣ دولاراً للبرميل لعام ١٩٧٨.نتيجة لذلك اتجهت الدول وخاصـــة الصـــناعية نحو توظيف الطاقة النووية والفحم الحجري والغاز الطبيعي كبدائل للنفط خاصـــة في مجال توليد الطاقة الكهربائية ،والاتجاه نحو تطوير حقول النفط في بحر الشـــمال التي كانت حتى ذلك التاريخ تعد باهظة التكلفة، إذ أصبح استخراج النفط منها في ظل الأسعار السائدة مجزياً اقتصادياً.

٩- تميزت فترة الثمانينات من القرن الماضـي بتراجع الطلب العالمي على النفط ، وظهور ما يعرف بـ (التخمة النفطية) في الأسـواق العالمية وانهيار الأسـعار، وذلك لتضـافر عوامل عديدة من أهمها ظاهرة الركود الاقتصادي التضخمي في العالم نتيجة للسياسات الاقتصادية الكلية التي انتهجتها الدول الصـناعية مثل إجراءات ترشـيد الاسـتهلاك وزيادة كفاءة اسـتخدام الطاقة ، ونمو الإنتاج النفطي خارج الدول الأعضـاء في (أوبك) خصـوصـاً إنتاج بحر الشـمال والمكسـيك وجنوب شـرق آسـيا، ونتيجة هذه التطورات سـاهمت انخفاض الطلب العالمي على النفط و الانهيار الكبير في الأسعار بدءاً من أواخر العام ١٩٨٥ ومطلع العام ١٩٨٦.

١٠- اثرت حرب الخليج الثانية عام ١٩٩٠في حدوث أزمة نفطية استمرت ٦ أشهر، اذ تعطل تصدير النفط من العراق والكويت، وأحراق عدد من الآبار النفط الكويتية وتدمير عدد منها بشـكل كامل ، مما ادى تدخل دول منظمة الأوبك لتعويض ذلك عن طريق زيادة إنتاجها اليومي.

١١-اكتشاف انواع من النفط غير التقليدي المخزون في داخل الصخور وتحويله إلى نفط سائل يمكن تكريره للحصول على مواد الهيدروكربونات السائلة والغازية[١] يمكن استخراجه من الصخر الزيتي واستعماله باستعمالات النفط التقليدي نفسها، ومن انواعها (النفط الثقيل جداً) الذي يوجد في صورة شبه جامدة التي تقدر احتياطية (٢٩٧) مليار/برميل ، وتوجد أكبر الحقول من هذا النوع في فينزويلا وكندا والولايات المتحدة الأمريكية ، وهناك نوع آخر وهو (الصخر الزيتي) (Shale Oil) هو صخر رسوبي يحتوي مادة عضوية تسمى (كيروجين)، وهذه المادة تتحول إلى نفط عبر عملية التسخين والتقطير حيث يتم تسخين هذه الصخور إلى درجات حرارة مرتفعة تتحول فيها المركبات الكيميائية إلى حالة البخار وحال ما يتم تبريد هذا البخار يتقطر على شكل نفط ، وتقدَّر كمية النفط الموجودة من هذا النوع بحدود (٣) تريليون/برميل من النفط [٢] ، وفي عام ٢٠٠٠ كان في الولايات المتحدة (٢٣) ألف بئر تنتج (١٠٢) ألف برميل يومياً ، وفي عام ٢٠١٤ يوجد (٣٠٠) ألف بئر تنتج (٤,٣) ملايين برميل يومياً ، وكان انتاج النفط الصخري في عام ٢٠٠٠ يشكل ٢% من انتاج الولايات المتحدة الامريكية ، وفي عام ٢٠١٤ يشكل أكثر من نصف انتاجها من النفط الخام وهذه أسرع وتيرة لزيادة الانتاج في تاريخها، هذا الارتفاع الكبير في الانتاج أدى الى انخفاض سعر المؤشر العالمي للنفط من (١١٣) دولاراً للبرميل في يونيو ٢٠١٤ إلى أقل من(٥٠) دولاراً نهاية الأشهر الستة اللاحقة ، والى (٣٨) دولاراً لعام ٢٠١٦ .

وفيما يتعلق بالتوزيع الجغرافي لإنتاج النفط في دول العالم يتبين من الجدول (١٥) والشكل (٢٠) بعض الحقائق منها :

١- يتركز أكثر من ثلث الانتاج العالمي من النفط وبنسبة ٣٨,٢% في ثلاث دول وهي الولايات المتحدة والمملكة العربية السعودية وروسيا الاتحادية وبنسب بلغت ١٣,٨% و ١٣% و ١٢,٤% وعلى التوالي ، وقد حدثت تطورات في انتاج هذه الدول الثلاثة منذ منتصف القرن الماضي وحتى الفترة الحالية اذ كانت الولايات المتحدة تسيطر على الانتاج العالمي حتى فترة منتصف السبعينات من القرن الماضي اذ بلغ انتاجها في عام ١٩٧٥ (١٠,٠٠٨) ملايين برميل وبنسبة ١٨% من انتاج العالم البالغ (٥٥,٨٢٢)مليون/برميل ، ثم سيطر الاتحاد السوفيتي (السابق) في فترة الثمانينات اذ وصل انتاجه عام ١٩٨٤ (١٢,٢٩٧) مليون برميل/يومياً ويمثل نسبة ٢١% من انتاج العالم البالغ (٥٧,٦٩٠) مليون برميل/يوماً ، ومع مطلع تسعينات القرن الماضي سيطرت المملكة العربية السعودية طيلة ربع قرن تقريباً للمدة ١٩٩٢-٢٠١٤على انتاج العالم الذي بلغ عام ١٩٩٢(٩,٠٩٨)مليون برميل/يومياً ويمثل نسبة

(1) http://geology.com/usgs/oil-shale /Geology and Resources of Some World Oil-Shale Deposits John R. Dyni

(٢) اسعد الوصيبعي ،ذروة انتاج النفط بين الواقع والنظريات ،مجلة القافلة

١٤% من اجمالي انتاج العالم البالغ (٦٥,٧١٩) مليون برميل/يوماً .ثم عادت الولايات المتحدة الامريكية في عام ٢٠١٤ مرة اخرى لتتصـــدر العالم في انتاج النفط البالغ (١١,٧٢٣) مليون برميل/يومياً بنسبة ١٣% من انتاج العالم البالغ (٨٨,٨٣٤)مليون برميل/يومياً .

٢- تسهم سبع دول في أكثر من ربع الانتاج العالمي وبنسبة ٢٨,٧% وهي الصين و كندا والعراق وايران والامارات العربية والكويت وفينزويلا ، وبنسب بلغت ٤,٩% و ٤,٦% و ٤,٥% و ٤,٢% و ٤% و ٣,٤% و ٣,١% من مجموع انتاج العالم على التوالي .

٣- تسهم بقية دول العالم بنسبة ٣٣% من مجموع الانتاج ومنها البرازيل والمكسيك والنروج وانكولا وكازخستان وقطر والجزائر وبنسب بلغت ٣,١% و ٢,٨% و ٢% و ٢% و ١,٨% ١,٨% و ١,٦% على التوالي .

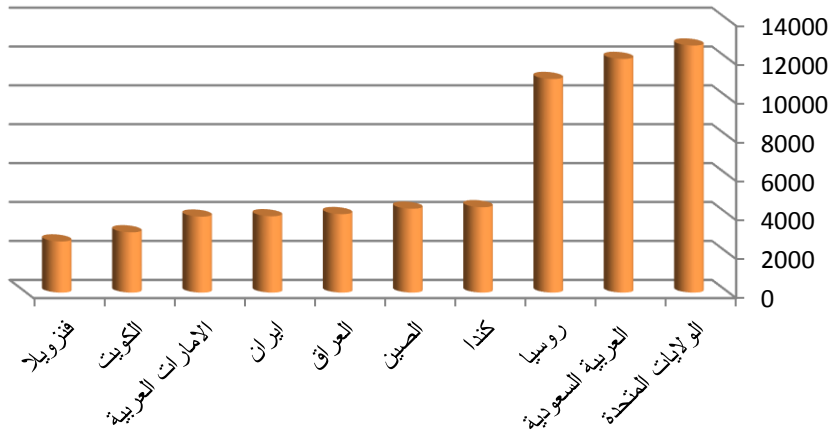
٤- تعد قارة آسيا اكبر قارات العالم انتاجاً للنفط ، اذ بلغ انتاجها في عام ٢٠١٥ بحدود (٣٨,٤٤٤) مليون برميلاً/يومياً وبنسبة ٤١,٩% من الانتاج العالمي ، ويتركز هذا الانتاج معظمه في منطقة الشرق الاوسط (المملكة العربية السعودية ، العراق ،إيران، الإمارات العربية المتحدة ، الكويت ، قطر، وعمان، واليمن و ســـوريا، ، البحرين) اكبر كميات انتاج النفط في العالم لعام ٢٠١٥ البالغة (٣٠,٠٩٨) مليون برميلاً/يومياً وبنسبة ٣٢,٨% من الانتاج العالمي ثم تأتي قارة امريكا الشمالية بالمرتبة الثانية بـ(١٩,٦٧٦) مليون برميل /يومياً وبنسبة ٢١,٤% ، وتأتي قارة اوروبا في المرتبة الثالثة (١٧,٤٦٣) مليون برميلاً/يومياً، بنســـبة ١٩% ، ثم تأتي قارة افريقيا في المرتبة الرابعة (٨,٣٧٥) مليون برميل/يومياً وبنســبة ٩,١% ، ثم تليها قارة آســيا في المرتبة الخامسة بـــ(٧,٩٦١) مليون برميل/يومياً وبنسبة ٨,٦% ، وتأتي في المرتبة السادسة امريكا الجنوبية (٧,٧١٢) مليون برميل/يومياً وبنســبة ٨,٤% وتحتل اســتراليا المرتبة الاخيرة بـ(٠,٣٨٥) مليون برميل/يومياً وبنسبة ٠,٤% .انظر شكل (٢١) .

جدول (١٥) انتاج دول العالم من النفط ونسب مساهمتها من الانتاج العالمي (مليون برميل/ يوميا) في عام ٢٠١٥

الدولة	الانتاج	نسبة	الدولة	الانتاج	نسبة
الولايات المتحدة	12704	13.8	الارجنتين	637	0.7
المملكة العربية السعودية	12014	13	الاكوادور	543	0.7
روسيا الاتحادية	10980	12.4	تايلاند	477	0.4
كندا	4385	4.7	الجماهرية	432	0.5
الصين	4309	4.9	استراليا	385	0.4
العراق	4031	4.5	فيتنام	362	0.4
ايران	3920	4.2	غينيا الاستوائية	289	0.3
الامارات العربية المتحدة	3902	4	الكونغو	277	0.3
الكويت	3096	3.4	تركمانستان	261	0.3
فنزويلا	2626	3.1	الغابون	233	0.3
المكسيك	2588	2.8	الدنمارك	158	0.2
البرازيل	2527	3	جنوب السودان	148	0.2
نيجيريا	2352	2.6	بورينيو	127	0.1
النروج	1948	2	ايطاليا	115	0.1
انكولا	1826	2	بيرو	113	0.1
قطر	1698	1.8	ترينداد و توباكو	110	0.1
كازاخستان	1669	1.8	السودان	105	0.1
الجزائر	1586	1.6	رومانيا	84	0.1
كولومبيا	1008	1.2	تشاد	78	0.1
المملكة المتحدة	965	1	اوزبكستان	64	0.1
سلطنة عمان	952	1.1	تونس	63	0.1
الهند	876	0.9	اليمن	47	0.05
اذربيجان	841	1	سوريا	27	0.02
اندونيسيا	825	0.9	اخرى لم تذكر	1294	1.4
مصر	723	0.8	اجمالي العالم	91670	100
ماليزيا	693	0.7			

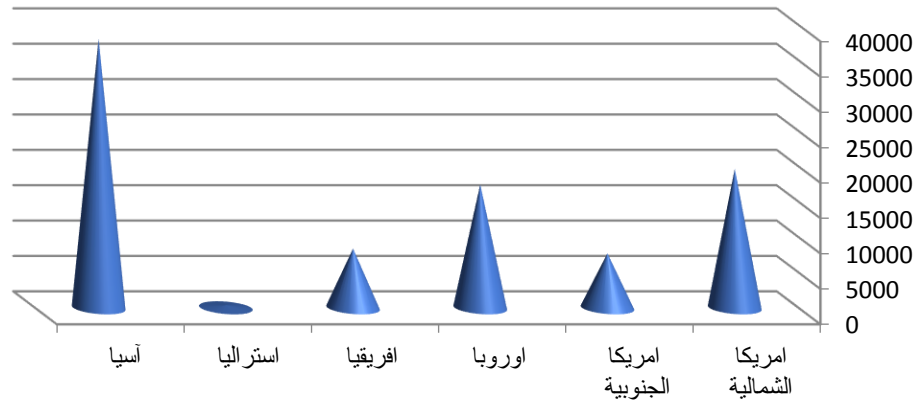
BP Statistical Review of World Energy June 2016

شكل (٢٠) اكبر عشرة دول منتجة للنفط (مليون برميل/يومياً) في العالم في عام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (١٥) .

شكل (٢١) التوزيع الجغرافي لانتاج النفط (مليون برميل/يومياً) بحسب قارات العالم
في عام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (١٥) .

ب – الانتاج العربي للنفط Arabic Production Oil

تعد مصـر أولى الدول العربية التي اكتشـف النفط فيها منذ عام ١٩١٢ ، ثم اكتشـف العراق عام ١٩٢٥ ، وتأتي البحرين تاريخياً في الدرجة الثالثة وفي قطر بدأ الانتاج منذ عام ١٩٣٥ ثم

السعودية عام ١٩٣٦ وهكذا شهدت المنطقة العربية تطوراً هائلاً في انتاجها النفط من بضعة آلاف برميل يومياً إلى نحو ملايين البراميل يومياً ، اذ كانت نسبة مساهمة انتاج النفط العربي لم تكن تتجاوز ٣% من الانتاج العالمي في عام ١٩٣٨ ثم ارتفعت في عام ١٩٦٥ الى ٢٦,٢% ، وبلغت اقصاها عام ١٩٨٠ لتصل ٣٣,٤% ، وانخفض الى ٣١,٥% في عام ٢٠١٥ انظر شكل (٢٢) ، مقابل تضاعف الانتاج العربي بحدود (٣,٥) مراه للمدة ١٩٦٥-٢٠١٥ .

يتضح كذلك من الجدول (١٥) والشكل (٢٣) ان المملكة العربية السعودية تستأثر بحصة كبيرة من انتاج النفط في الدول العربية البالغ في عام ٢٠١٥ (١٢,٠١٤) مليون برميل/ يوميا وبنسبة ٤١,٦% من اجمالي انتاج الدول العربية البالغ (٢٨,٨٧٦) مليون برميل/ يومياً وبنسبة ١٣,١% من الانتاج العالمي ، ثم يأتي العراق في المرتبة الثانية بـ (٤,٠٣١) مليون برميل/ يومياً ، ويمثل نسبة ١٣,٩% من انتاج الدول العربية وبنسبة ٤,٤% من الانتاج العالمي ، ثم تليه دولة الامارات العربية البالغ انتاجها (٣,٩٠٢) مليون برميل/يومياً وتمثل نسبة ١٣,٥% عربياً ونسبة ٤,٢% عالمياً ، وتحتل الكويت المرتبة الرابعة بـ (٣,٠٩٦) مليون برميل/يومياً وتشكل نسبة ١٠,٧% عربياً، ونسبة ٣,٣% عالمياً ، وتأتي قطر في المرتبة الخامسة بـ (١,٨٩٨) مليون برميل/يومياً وتمثل نسبة ٦,٥% عربياً ، وبنسبة ٢% عالمياً ، وتحتل الجزائر المرتبة السادسة بـ (١,٥٨٦) مليون برميل/يومياً وتمثل نسبة ٥,٤% عربياً ، وبنسبة ١,٧% عالمياً ، ثم تأتي عُمان في المرتبة السابعة بـ (٩٥٢) الف برميل/يومياً وبنسبة ٣,٣% عربياً وبنسبة ١,٠% عالمياً وتسهم كل من مصر وليبيا والسودان وتونس واليمن بـ (١٣٩٧) مليون برميل/يومياً وتمثل نسبة ٤,٨% عربياً وتشكل نسبة ١,٥%.

ويمكن ان نحدد مجموعة عوامل شجعت في تطور انتاج النفط في الدول العربية منها :-

١- احلال النفط محل الفحم في هيكل استهلاك الطاقة عالمياً .

٢- نمو وتوسع الصناعات البتروكيمياوية.

٣- زيادة الطلب على النفط العربي بسبب زيادة استيراد كل من الولايات المتحدة وأوروبا واليابان لاسيما بعد الحرب العالمية الثانية .

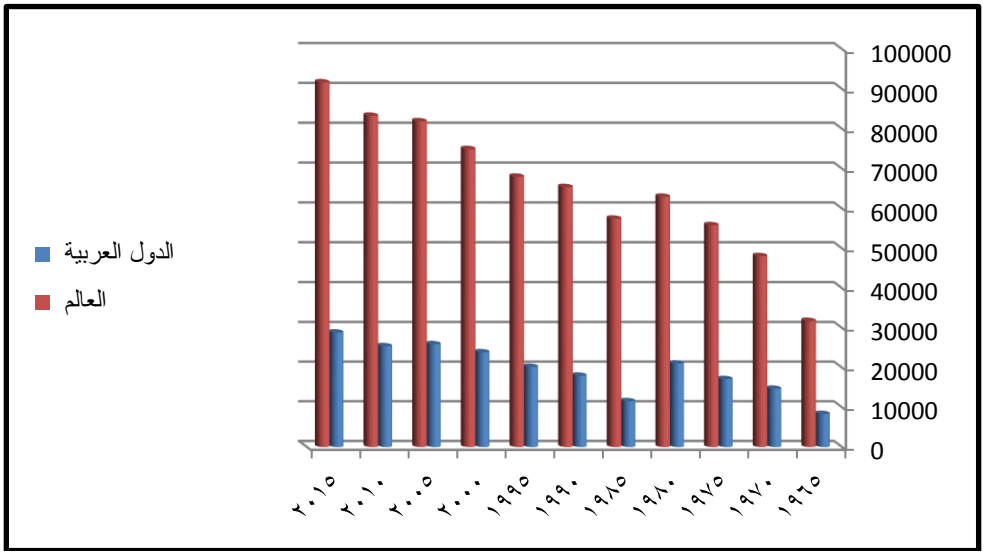
٤- انخفاض نفقات انتاجه في الوطن العربي مقارنة مع كثير من دول العالم .

٥-أهمية الموقع الجغرافي للوطن العربي مشكلاً حلقة وصل جغرافية واستراتيجية تتمثل في وقوعه على سواحل بحرية طويلة تبلغ نحو ١٤ مليون كم ، تتوزع في ثلاثة منافذ مائية دولية مثل البحر الأبيض المتوسط وقناة السويس التي تربطه مع البحر الأحمر والمحيط الهندي والخليج العربي فضلاً عن سواحله على المحيط الأطلسي ، وهذه المسطحات المائية مهمة في الملاحة الدولية الاقتصادية والعسكرية والاستراتيجية العامة ، للتنقل بين القارات ودولها المختلفة .

٦-وجود احتياطي نفطي عربي كبير يتراوح بين ٦٥ % - ٧٠ % من الاحتياطي أو المخزون النفطي العالمي .

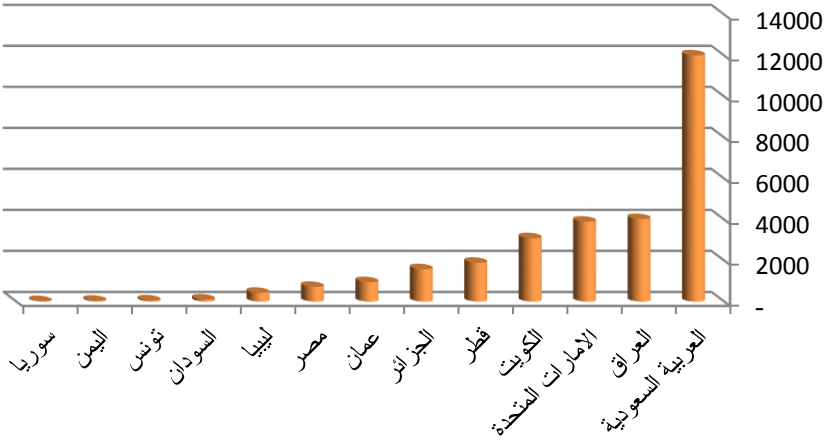
٧- ارتفاع ارباح الشركات الاجنبية النفطية العاملة في المنطقة العربية .

شكل (٢٢) مقارنة انتاج الدول العربية من النفط مع الانتاج العالمي (مليون برميل/ يومياً) للمدة ١٩٦٥- ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (١٥) .

شكل (٢٣) انتاج النفط (الف برميل/يومياً) في الدول العربية في عام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (١٥) .

خصائص النفط العربي :-

١- يختلف نظام الملكية بين الدول العربية والولايات المتحدة الأمريكية فللفرد حق التصرف بالسطح فقط في الاقطار العربية أما الباطن فقد حصر حق استعماله والتصرف بكنوزه للدولة ، في حين ان للفرد الامريكي حق التصرف بالسطح والباطن ، وقد ترتب على ذلك ان خضعت الملكيات في الدول الغربية إلى عمليات البحث والتنقيب طمعاً في العثور على النفط والغاز ، وكانت نتيجة ذلك ارتفاع عدد الآبار المحفورة مما عرض الغاز الحبيس للنقص والضياع ومن ثمَ يفقد الحقل خاصية الضخ الذاتي .

٢- ارتفاع متوسط انتاجية البئر الواحد في الدول العربية ، حيث يصل في العراق (١٤) الف برميل/يومياً في البئر الواحد ، في حين ان متوسط انتاجية البئر الواحد في الولايات المتحدة الأمريكية لا يتجاوز (٢٠) برميل/يومياً فقط .

٣- تتميز التكوينات والتراكيب الجيولوجية في الحقول النفطية العربية بضآلة وقلة متوسطات الأعماق ، فمعظم حقول النفط العربي تتراوح أعماقها بين ٧٠٠٠-١٤٠٠٠ قدم في حين ان غالبية الحقول النفطية الأمريكية تتراوح أعماقها من ١٥٠٠٠-٣٠٠٠٠ قدم ، وان حفر القدم الواحد بأسعار بداية السبعينات كان يكلف ٩ دولارات ، حيث ان الأعماق السحيقة تكلف نفقات تنعكس في جملتها إلى اجمالي الانتاج النهائي .

٤- يتسم النفط العربي بميزة الضخ الذاتي ، اذ ان ٩٠% الحقول النفطية العربية تنتج نفطاً بالضخ الذاتي ، بينما لا تتجاوز نسبة الآبار المنتجة بالضخ الذاتي في الاقطار الغربية ١٠% اي ان ٩٠% من الآبار الغربية تنتج نفطاً بالضخ عن طريق الحقن بالماء أو الغاز وفي ذلك كلف كبيرة تضاف على اجمالي تكليف الانتاج .

٥- النوعية الجيدة المرغوب فيها في العديد من المراحل الصناعية النفطية .

٦-ارتفاع سمك الطبقات الحاملة للنفط العربي ، إذ انه كلما ارتفع سمك الطبقة الحاملة ازدادت امكانية الحقل بالنسبة الاحتياطية المؤكد من الزيت الخام .

٧- الموقع الجغرافي المميز وذلك من خلال جانبين ، الأول موقعها الجغرافي وقربها من الخليج العربي مثل حقول الحوض الشرقي كالعراق والكويت والمملكة العربية السعودية مما هيئ لها فرصة التمتع بالنقل البحري الرخيص وكذلك قربها من مراكز العمران مما اتاح بها فرصة التمتع بالبنى الارتكازية المتاحة في المنطقة ، أما الجانب الثاني فان الحقول العربية تقع عند ملتقى القارات الثلاث أوروبا وافريقيا وآسيا ، مما سهل عملية توزيع وايصال النفط العربي إلى تلك القارات بتكاليف أقل وخاصة بعد انشاء خطوط انابيب كبيرة لنقل النفط في العراق والسعودية وليبيا والجزائر الممتدة الى سواحل البحر الابيض المتوسط فأصبحت المسافة التي يقطعها ناقل

النفط العربي الى اوروبا اقصر بكثير من المسافة التي يقطعها ناقل النفط الامريكي والفنزويلي لبلوغ قارة اوروبا ، فالمسافة بين خليج المكسيك وبريطانيا تبلغ (٤٥٠٠) ميل ، اما المسافة بين حقول كركوك وبريطانيا تبلغ (٣٥٠٠) ميل ، اي اقل بـــ (١٠٠٠) ميل ، وكذلك المسافة بين حقول الاحساء وبين بريطانيا (٤٠٦٨) ميلاً اي باقل من (٤٣٢)ميل .

٨- قلة نسب الآبار الجافة قياساً إلى ما عليه الحال في الولايات المتحدة الأمريكية ، فهي لا تزيد عن نسبة ٥% من اجمالي الآبار العربية بينما تصل نسبة الآبار الجافة إلى اكثر من ١٥% في الولايات المتحدة الأمريكية ، وهذا يعني ان عنصر المخاطرة لا يؤدي دوراً كبيراً في عملية الانتاج النفطي في الحقول العربية .

٩- انخفاض متوسط اجور العمل في استخراج النفط العربي قياساً الى متوسط الأجور السائدة في كثير من مناطق العالم المنتجة للنفط ، حيث يبلغ متوسط الاجور في المنطقة العربية نحو سدس(٦/١) نظيراتها في اقطار نصف الكرة الغربي .

١٠- انخفاض تكاليف انتاج النفط في البلدان العربية مقارنةً مع البلدان الغربية ، اذ تتراوح كلفة البرميل الواحد في كل من المملكة العربية السعودية والكويت بين ٣-٥ دولارات[1] بينما يكلف انتاج البرميل الواحد في الولايات المتحدة (١٥) دولار .

عاشراً : التوزيع الجغرافي لمناطق النفط في العالم

ان انتاج النفط في العالم يختلف عن كميات الاحتياطي لذا سيتم التطرق للدول بحسب انتاجها من النفط وهي :

١- الولايات المتحدة الامريكية :

أ - حقول نفط تكساس : Texas Oil Field

يتركز في ولاية تكساس كما يتضح من الخارطة (٩) ما يقرب ثلث احتياطي النفط الامريكي بحدود أكثر من (٧,٠١٤) مليون برميل ،اذ احتلت المرتبة الاولى في الانتاج لعام ٢٠١٣ البالغ (٤٩٦٩٥٧) الف برميل بنسبة ٣٧,٢% من اجمالي انتاج الولايات المتحدة للعام نفسه البالغ (١٣٣٣٣٧٢) الف برميل ، اذ تم اكتشاف (٣٢) من الحقول الجديدة في عامي ٢٠١٠و٢٠١١ ، ومن اهم التكوينات النفطية فيها تكوين ايجل فورد **Eagle Ford Shale** الواقع جنوبها ويتكون من

(1) - Bassam Fattouh and Laura El-Katiri, "Energy and Arab Economic Development،
https://ncusar.org/blog/2013/03/basic-facts-about-oil-and-gas-in-the-arab-world

تســـعة حقول تعد من اهم حقول الولايات المتحدة ،ويصـــل معدل الانتاج اليومي لتكوين ايجل فورد (٤٧١٢٥٨) برميل/يوميا[١] ،بينما اجمالي الانتاج لعام ٢٠١٣ (٣٠٨٣٢٢)الف برميل ،وبذلك يشكل نسبة ٦٢% من مجموع انتاج ولاية تكساس ونسبة ٢٣% من اجمالي انتاج الولايات المتحدة ، ويعد حقل ايجلفيل Eagleville اكبر حقل في ولاية تكســـاس ،اذ بلغ مجموع انتاجه لعام ٢٠١٣(٣٢٨٠٥٠) الف برميل وبنسبة ٧٧,٢% من مجموع انتاج تكساس ونسبة ١٧,٢% من اجمالي انتاج الولايات المتحدة ، وتتراوح اعماق الحقل (١٥٠٠٠-٤٠٠٠) قدم ، ويأتي حقل سبرابيري ترند Spraberry Trend Area في المرتبة الثانية في الانتاج على مستوى الولايات المتحدة البالغ إنتاجه (٩٩٧٨٧)الف برميلاً بنسبة ٢٠% من مجموع انتاج ولاية تكساس وبنسبة ٧,٥% من اجمالي انتاج الولايات المتحدة ، وحقل بريسكورانش Briscoe Rach الذي يمتد في ١٤ مقاطعة في جنوب تكســـاس ويحتل هذا الحقل المرتبة الرابعة في الانتاج لعام ٢٠١٣ البالغ (٦٢٠٤٦)الف برميلاً ، فضلاً عن حقول اخرى في هذه الولاية مثل سوكاركان Sugarkane، دي ويت De Witt .

ب – حقول نفط الاسكا : Alaska Oil Field

تتميز حقول ألاســـكا باحتوائها ثاني اكبر احتياطي وانتاج النفط في الولايات الامريكية، اذ بلغ مجموع انتاج حقول الاسكا لعام ٢٠١٣ (١٣٩٣٦٨) الف برميلاً وتمثل نسبة ١٠,٤% من اجمالي انتاج الولايات المتحدة ، ويعد حقل خليج برودو النفطي Prudhoe Bay Oil Field الذي يوجد على المنحدر الشمالي في ألاسكا هو أكبر ثالث حقل نفطي في الولايات المتحدة وأمريكا الشمالية في الانتاج البالغ (٧٩٠٨٠)الف برميلاً ، الذي يغطي مســـاحة (٨٦٤١٨ هكتاراً) التي تحتوي على (٢٥)مليار برميلاً من النفط[٢] ، ويأتي في المرتبة الثانية على مســـتوى ولاية الاســـكا وفي المرتبة الخامســـة على مســـتوى الولايات المتحدة هو حقل كوبارك ريفر Kuparuk River البالغ انتاجه (٢٩٤٨٧)الف برميل لعام ٢٠١٣ ، فضـــلاً عن حقول اخرى في الولاية مثل حقل البين Alpine ، ميلين بوينت Milne Point، غرب ساك West Sak ، نيكات جوك Nikait Choq .

ج – حقول نفط كاليفورنيا : California Oil Field

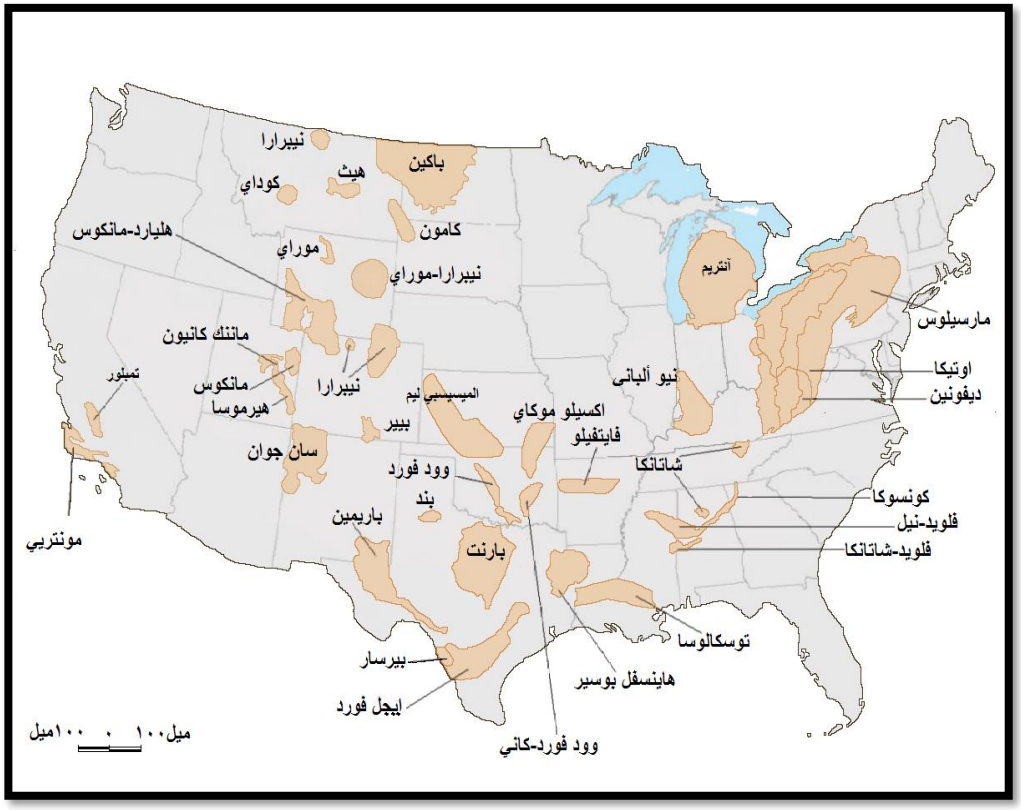
تعد ولاية كاليفورنيا من اقدم المناطق التي اكتشـف النفط فيها في العالم اذ انتج النفط فيها منذ عام١٨٨٧ في حقل كولينكا Coalinga ،وتحتل ولاية كاليفورنيا المرتبة الثالثة باحتياطي النفط ويبلغ عدد حقولها (١٥) حقل وصـــل انتاجها في عام ٢٠١٣ (١٥٩٩٤١)الف برميلاً وبذلك تحتل المرتبة

(2) -http://www.usatoday.com/story/money/business/2013/08/03/the-most-
Paul Ausick, , The 10 most oil-rich states oil-rich-states/2613497/-
Michael B. Sauter

(2) https://en.wikipedia.org/wiki/Prudhoe_Bay_Oil_Field

الثانية وبنسبة ١٢% من اجمالي انتاج الولايات المتحدة ،ويعد حقل مدويي سنست Midway-Sunset من اهم حقول كاليفورنيا ،يصل احتياطيه (٣,٤) مليار برميل وبلغ اجمالي الانتاج لهذا الحقل (٢٨٧٦٦)الف برميلاً، ثم يأتي حقل ريفر كيرن Kern River في المرتبة الثانية في الإنتاج في هذه الولاية البالغ (٢٥٤٩٤)الف برميلاً ، وهناك حقول أخرى في هذه الولاية مثل حقل جنوب بيل ريدج Belridge South ، كامرك Cymric ، ولمينكتن Wilmington .

خارطة (٩) التوزيع الجغرافي لحقول النفط في الولايات المتحدة الامريكية لعام ٢٠١٥



د – حقول نفط داكوتا الشمالية: North Dakota Oil Field

ساهمت التقنيات الحديثة في تكنولوجيا التكسير الهيدروليكي hydraulic-fracturing technology في اكتشاف كميات كبيرة من الزيت الصخري في ولاية داكوتا الشمالية ،اذ بلغ عدد حقول هذه الولاية بحدود عشرين حقلاً نفطياً تساهم بإنتاج (١١٢٠١٦)الف برميل بنسبة ٨,٤% من اجمالي انتاج الولايات المتحدة ،ويعد تكوين باكين Bakken Shale من اهم التكوينات النفطية الذي يقع في الجانب الغربي لولاية داكوتا ، انتج النفط فيه من حقل سانيش Sanish ، وتتراوح اعماق تكوين باكين (٩٠٠٠-١٠٠٠٠) قدم ويحتوي التكوين على اربعة حقول نفطية هي (ستانلي

Stanley ،سانيش Sanish ، روسيا كريك Russian Creek ، الم كولي Elm Coulee) وتساهم هذه الحقول بنسبة ٤٨% من انتاج ولاية داكوتا الشمالية .

هـ – حقول اوكلاهوما: Oklahoma Oil Field

تتركز حقول الإنتاج الرئيسية في اوكلاهوما على طول الحدود مع تكساس شمال دالاس فورت وورث، وبعد عام ٢٠٠٧ اكتشف تكوين الصخر الزيتي (الحجر الجيري) في حقل جير الميسيسيبي Mississippian Lime،ويمتد هذا الحقل من شمال أوكلاهوما وحتى جنوب ولاية كنساس ،ويحتوي الحقل ما يقرب من ٤٩٪ من الاحتياطي المؤكد في ولاية أوكلاهوما ،و تتراوح سمك الطبقات النفطية (٣٠٠-٥٠٠) قدم وعلى اعماق (٣٠٠٠-٦٠٠٠) قدم ، ومع تطور تقنيات الحفر غير التقليدية (الحفر الأفقي والتكسير الهيدروليكي) Horizontal drilling and hydraulic fracturing بعد عام ٢٠٠٥ تم حفر (٤٠٠٠) بئر[١] مما زاد إنتاج النفط الخفيف من هذا الحقل للمدة ٢٠١١-٢٠١٤ من (٥٠٠٠٠) برميل/يومياً الى (٣٠٠٠٠٠) برميل/يومياً [٢].وبلغ مجموع انتاج هذه الولاية من النفط الخام في عام ٢٠١٥ (١٥٧٧٢٠)الف برميل ويتركز اعلى كميات الانتاج في الولاية في ثلاثة مقاطعات(كارتر، إليس وستيفنز) ، وتشير الخرائط الجيولوجية لعام ٢٠١٦ وجود (٣٠٠٠) حقلاً نفطياً في الولاية تم حفر فيها (٥٠٠٠٠٠) بئر[٣].

و – حقول نيومكسيكو : New Mexico Oil Field

حفر أول بئر للنفط بكميات تجارية في نيو مكسيكو في ٢٥ سبتمبر ١٩٢٢ في محمية الهنود نافاجو Navajo بالقرب من مدينة شيبروك وكان انتاج البئر بمعدل (٣٧٥)برميل/يومياً ، وبلغ مجموع انتاج حقول نيومكسيكو في عام ٢٠١٥ (١٤٦٧٤٦) الف برميلاً ، يتم إنتاج النفط من منطقتين الاولى من المقاطعات في جنوب شرق نيومكسيكو في حقل باريمين Permian في مدن ليا، إيدي، شافيز، وروزفلت والثانية من المقاطعات في شمال غرب نيو مكسيكو في حقل سان جوان San Juan من مدن سان جوان، ريو أريبا، ساندوفال ، وماكينلي ، ويتم انتاج ٩٥٪ من النفط من

(1) http://oilindependents.org/the-mississippian-lime-not-new-but-reinvented/

(2) NGI Shale Daily Information on the Mississippian Lime http://www.naturalgasintel.com/misslimeinfo,

(3) Geologist's new maps detail updated oil-field activity across Oklahoma Adam Wilmoth ,

في نيومكسيكو من حقل باريمين بينما تنتج ٥٪ من حقل سان جوان ، في حين ينتج ٦٧٪من الغاز في نيومكسيكو من حقل سان جوان بينما تنتج ٣٣٪من حقل باريمين[١] .

٢- المملكة العربية السعودية:

تعد السعودية واحدة من أكبر الدول المصدرة للنفط في العالم ولديها أكبر احتياطي نفطي في العالم بعد فنزويلا ،وتتصدر المرتبة الثانية بالإنتاج بعد الولايات المتحدة ، تمتلك السعودية خمسة حقول نفط رئيسة كما يتبين من الخارطة (١٠) وهي[٢]:

أ - حقل الغوار: Ghawar Field

يقع الحقل في محافظة الاحساء في المنطقة الشرقية ،اكتشف عام ١٩٤٨ وبدأ الانتاج عام ١٩٥١ ويوجد النفط فيه على ثلاث مستويات وهي تكوينات الجوراسي العلوية والوسطى Upper/Middle Jurassic وتكوينات البريمي العليا والسفلى Upper/Lower Permian وتكوينات الديفوني السفلى Lower Devonian ، يبلغ احتياطيه من النفط (٧١) مليار برميلاً ، يبلغ معدل الانتاج اليومي (٥) مليون برميل/يومياً و (٢) مليار قدم مكعب من الغاز ، يمتد على مساحة ٢٨٠ كم طولاً و ٣٠كم عرضاً .

ب - حقل خريص :Khurais Oil Field

يقع الحقل على بعد ٣٠٠ كم شمال شرق مدينة الرياض ، بدأ أول إنتاج له في عام ١٩٦٣، ويصل انتاجه (١,٥) مليون برميل /يومياً .

ج - حقول القطيف وابوصفا : Qatif and Abu Safah field

تقع الحقول في المنطقة الشرقية ، ينتج الحقلان (٨٠٠)الف برميل/يومياً من النفط الخام ، منها (٥٠٠) الف من حقل القطيف و(٣٠٠)الف برميل/يومياً من حقل ابو صفا ، كما ينتج الحقلين (٣٧٠)مليون قدم مكعب من الغاز الطبيعي و (٤٠)الف برميلاً/يومياً من المكثفات الكربونية و(١٨٠٠)طن متري من الكبريت .

د - حقل السفانية :Safaniya Oil Field

يصنف حقل السفانية أكبر حقل بحري في العالم ، وهو من الحقول البحرية في الخليج العربي الذي يمتد في الساحل الشرقي لمنطقة الظهران ، اكتشف عام ١٩٥١ ، يقدر احتياطي النفط (٣٧)

---

(1) New Mexico Burneau of Geology & Mineral Resources , https://geoinfo.nmt.edu/faq/energy/petroleum/home.html

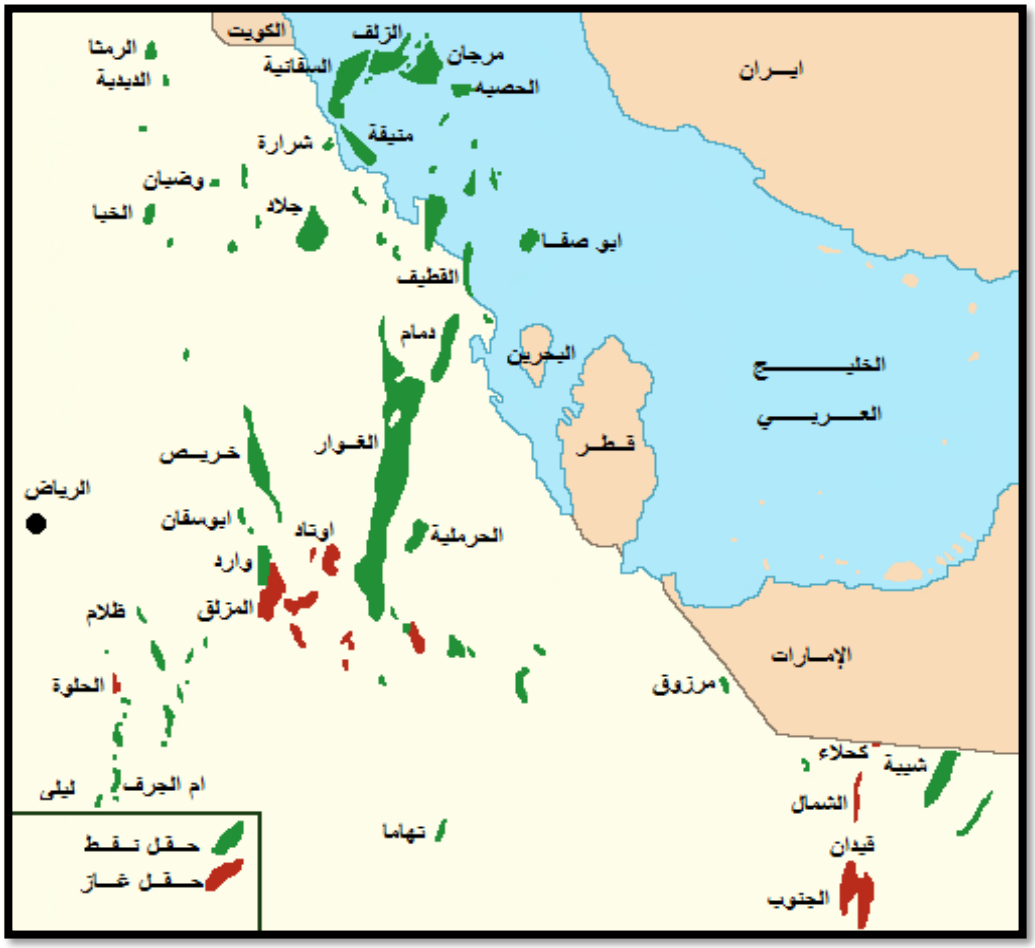
(2) - http://www.worldlistmania.com/list-of-oil-fields-in-saudi-arabia

مليار برميلاً ، ينتج الحقل (١,٢) مليون برميل/ يومياً ، يمتد على مساحة ٥٠ كم طولاً و١٥كم طولاً ، يحتوي الحقل مجموعة من الآبار تبلغ ٦٢٤ بئراً.

هـ – حقل الشيبة : Shaybah Oil Field

يقع حقل الشيبة في الحافة الشمالية لصحراء الربع الخالي على بعد ١٠كم من حدود الامارات ، اكتشف عام ١٩٩٨ ويقدر احتياطي النفط فيه (١٤)مليار/برميلاً ، وينتج (١) مليون برميل/ يومياً.

خارطة (١٠) التوزيع الجغرافي لحقول النفط في السعودية لعام ٢٠١٥



٣ – روسيا الاتحادية :

تحتل روسيا المرتبة الثالثة عالمياً في إنتاج النفط في عام ٢٠١٥ البالغ (١٠,٩٨٠)مليون برميلاً/يومياً وبنسبة ١٢,٤% من الانتاج العالمي ويرجع سبب تطور روسيا في انتاج النفط نتيجة مجموعة من العوامل :

أ- مساهمة شركات الطاقة الروسية مثل(روسنفت وجازبروم نفت) في تطوير وزيادة كفاءة الحقول القديمة خاصة في حوض غرب سيبيريا من خلال تقنيات الحفر الأفقي **hydrofracking** .

ب- سياسة الحكومة الروسية اتجاه الشركات النفطية من خلال إعفاءاتها الضريبية وخفض الرسوم الجمركية عند تصدير النفط والغاز خاصة تلك الشركات الروسية التي وسعت عملياتها في حقول شرق سيبيريا والشمال الغربي ومنطقة القطب الشمالي .

ج- توجه روسيا نحو إنتاج النفط البحري في القطب الشمالي للمرة الأولى بعد عام ٢٠١٣ وخاصة في بحر بيتشورا وبحر كارا و خليج أوب .

د - تطوير خدمات النقل والطاقة وإنشاء طريق بحر الشمال باتجاه الدائرة القطبية الشمالية ،مما فتح حقبة جديده في تاريخ استثمار مصادر الطاقة والمعادن في القطب الشمالي[١].

هـ - أسهم انشاء سكة حديد سيبيريا في ربط الحقول الواقعة في اقصى شرق روسيا خاصة حقول شرق وغرب سيبيريا وحقول جزيرة سخالين مع العاصمة موسكو واسواق اوروبا .

و - تطور المنصات النفطية في الحقول الواقعة في المحيط المتجمد واستعمال كاسحات الجليد لتسهيل الوصول لمواقع الحقول في تلك البيئات المتطرقة مناخياً .

ي- انشاء وتطور شبكة خطوط الانابيب الناقلة للنفط والغاز في روسيا مثل انشاء خط انابيب (شرق سيبيريا-المحيط الهادئ) **Eastern Siberian Pacific Ocean (ESPO)** وينقل النفط عبر هذا الخط بطاقة استيعابية (١,٦) مليون برميل/يوميا ، ويبلغ طول هذا الخط (٢٧٥٧) كم يمتد من شرق سيبيريا من حقلي ساموتلور **Samotlor** وفانكور **Vankor** الى المحيط الاطلسي ومنها يشحن ويصدر النفط الى الصين [٢]، كذلك انشاء نظام نقل غاز سيبيريا (**GTS**) الذي اصبح نظاماً موحداً لنقل الغاز من مراكز إنتاجه في حقول إيركوتسك وياقوتيا ونقله من هذه المراكز إلى فلاديفوستوك عبر خاباروفسك ، و يمتد بحدود (٤٠٠٠)كم ، وبطاقة إنتاجية سنوية (٦١) مليار متر مكعب من الغاز[٣].

---

(1) Katy Baklitskaya ,Salekhard Artic Capital of Russia becoming the bridge between Europe And Asia ,
http://siberiantimes.com/business/casestudy/features/salekhard-arctic-capital-of-russia-becoming-the-bridge-between-europe-and-asia/

(2) Bit Tooth Energy http://bittooth.blogspot.com/2012/02/ogpss-oil-in-eastern-siberia.html,
http://www.gazprom.com/about/production/projects/east-program/

(3) Eastern Gas Program,Russia Looks beyond West Siberia Of Future Oil And Natural Gas growth ,

ك – أدى النمو الاقتصـــادي المرتفع في العالم إلى زيادة الطلب على النفط الروســـي في الأســـواق العالمية خاصة في دول شرق آسيا [١] .

أهم مناطق انتاج النفط في روسيا هي:

١– حقل غرب سيبيريا : West Siberia Field

يتركز معظم إنتاج النفط الخام والغاز الطبيعي في روســـيا في حوض غرب ســـيبيريا، ويقع في وســـط روســـيا ويمتد من الحدود الشـــمالية لكازاخســـتان حتى المحيط المتجمد الشـــمالي ، يبلغ إنتاجه (٦,٢) مليون برميل/يوميا ويشـــكل نســـبة ٥٦,٨% من مجموع انتاج روســـيا البالغ (١٠,٩٨٠) مليون/برميل . ويقع فيه ثاني أكبر حقل للنفط في العالم من حيث الانتاج وهو (حقل ســـاموتلور Samotlor).انظر خارطة (١١) .

٢– حوض قزوين : Caspian Bison

تمثل منطقة بحر قزوين واحدة من أقدم المناطق المنتجة للنفط في العالم، وتعد مصـــدرا هاما لإنتاج الطاقة العالمي ، إذ يقدر احتياطي النفط لعام ٢٠١٢ بحدود (٤٨) مليار برميل و (٢٩٢) تريليون قدم مكعبة من الغاز الطبيعي داخل الأحواض التي تشكل بحر قزوين والمنطقة المحيطة بها ، ويتركز في الحقول البحرية (١٩,٦) مليار برميل بنســـبة ٤١٪ من إجمالي احتياطي النفط في حوض قزوين و(١٠٦) ترليون قدم مكعب وبنســـبة ٣٦٪ من الغاز الطبيعي ، ويتركز معظم احتياطيات النفط البحرية في الجزء الشـــمالي من بحر قزوين، في حين أن معظم الاحتياطيات من الغاز الطبيعي في الجزء الجنوبي من بحر قزوين. وتنتج روسيا من حوض قزوين بحدود (٢,٥) مليون برميل/يومياً [٢]. ويعد حقل فيلكوي Velikoye أكبر حقل فيها و يقع في اقليم استراخان Astrakhan جنوب روسيا بالقرب من بحر قزوين وتقدر احتياطيه (٣٠٠) مليون طن و(٩٠) مليار متر مكعب من الغاز الطبيعي.

٣– حقل شرق سيبيريا : East Siberia Field

تقدر احتياطيات النفط في حقول شرق سيبيريا في عام ٢٠١٥ بحدود (٦٥) مليار برميل ، و (٢٥٠ تريليون قدم مكعب) من الغاز الطبيعي ، ويعد حقل فانكور Vankor من أكبر حقولها اذ ينتج

(1) Energy Information Administration
http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=18051

(2) Oil And Natural Gas Production is growing in Caspian sea Region,
http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=12911

بحدود (٤٤٢٠٠٠) برميل/يوميا من النفط الخام. وحقل تاس يورياك TAAS-Yuriakh الذي يمتلك احتياطي يقدر بـ (١٣٧) مليون برميل وينتج (٢٠٠٠٠)برميل/ يوميا[١].

٤-حقول جزيرة سخالين : Sakhalin Island Field

يقدر احتياطي النفط المؤكدة في الحقول البرية في جزيرة سـخالين (٨٠)مليون طن ومن الغاز الطبيعي بحدود (٣٠) مليون قدم/مكعب ،واحتياطيات محتملة (١٢٢٠) مليون طن من النفط و (٤٢٠)مليون طن من الغازالطبيعي ، بينما يبلغ احتياطي النفط (٧٨٠) مليون طن في بحر أوخوتسك، في حين تبلغ احتياطيات الغاز هي(٣,٤٨)ترليون قدم/مكعب في بحر أوخوتسك[٢] .

٥- حقول المحيط المتجمد الشمالي :Offshore Field

بدأت روسـيا مؤخرا بالاتجاه نحو إنتاج النفط البحري في القطب الشـمالي للمرة الأولى في عام ٢٠١٣ ، وتساهم حقول النفط فيها في السوق العالمية بـــ (٣٠٠) الف برميل/يومياً [٣]، ويعد حقلي بحر بيتشورا و بحر كارا من أهم حقولها البحرية التي تقدر احتياطي النفط بهما (٩,٦) مليار برميل ، ومن اهم حقول بحر بيتشـــورا هو حقل بريرازلومونوي Prirazlomnoye وحقل نوفوبورتوفســـكي Novoportovskoye الذي يقع بمسـافة ٣٠ كم إلى الداخل من خليج أوب بالقرب من بلدة بورت نوفي ، ويقدر احتياطيه بـ(٢٢٠)مليون طن من النفط و(٢٦٠) مليار م^{٣} من الغاز الطبيعي[٤].

---

(1)http://www.telegraphindia.com/1160317/jsp/business/story_74892.jsp#.V__HzGeyH1U , Oil trio buy stake in Russia

(2) Russian Far East Holds Huge Resource Potential , http://www.ogj.com/articles/print/volume-97/issue-29/special-report/russian-far-east-holds-huge-resource-potential.html

(3) http://www.gazprom.com/about/production/reserves/, Gas and oil reserves

(4)http://barentsobserver.com/en/energy/2013/02/novoportovskoye-will-boost-arctic-oil-shipping-13-02 Novoportovskoye will boost Arctic oil shipping

خارطة (١١) التوزيع الجغرافي لحقول النفط في روسيا الاتحادية لعام ٢٠١٥

٤- كندا :

تعد كندا رابع أكبر منتج للنفط في العالم بعد الولايات المتحدة والمملكة العربية السعودية وروسيا الاتحادية ،وبكميات بلغت (٤,٣) مليون برميل/يومياً في عام ٢٠١٥، وبنسبة ٤,٧% من اجمالي انتاج العالم ، كما تحتل المرتبة الثالثة في احتياطي النفط البالغ (١٧٢,٢) مليار برميل وبنسبة ١٠,١% من الاحتياطي العالمي .

خصائص انتاج النفط في كندا :

١- تتكون احتياطياتها النفطية الرئيسة من (النفط غير التقليدي) وهي الرمال النفطية oil sands وتشكل نسبة أكثر من ٩٠٪ من اجمالي الاحتياطي التي يمكن استخراج منها (١٧٢,٢) مليار برميل [١]،ومن المتوقع أن يصل إنتاج الرمال النفطية إلى(٣) ملايين برميل يوميا، ومن المحتمل سيستمر انتاج النفط من الرمال النفطية في كندا لمدة (٤٠٠) سنة[٢] .

(1) Canadian Association Of Petroleum Producer,Canada's Petroleum Resources, http://www.capp.ca/canadian-oil-and-natural-gas/canadas-petroleum-resources

(2) http://www.mining-technology.com/projects/athabascasands/, Athabasca Oil Sands, Canada

٢- تنتشر على طول الساحل الشرقي والشمالي من كندا والمحيط المتجمد الشمالي تكوينات كبيرة من الهضاب Grand Banks تحت سطح البحر تتراوح اعماقها من (٩١-١٦)م ، وهذه الهضـــاب هي اســـاس انتاج النفط البحري offshore oil في كندا ، وتقدر كمية احتياطي النفط في الساحل الشرقي من هضاب Grand Banks في كل حقول هيبرنيا Hibernia ، تيرا نوفا Terra Nova ، وايت روز White Rose بحدود (١,٣٩٥) مليار برميل[١] .

٣- تمتلك أكثر من أربعة مليارات برميل من النفط التقليدي .

٤- تطور تكنلوجيا تقنيات اســـتخراج النفط فيها من الرمال النفطية oil sands منذ عام ١٩٦٦ باســـتعمال عملية (دورة تحفيز البخار) (Cyclic Steam Stimulation (CSS)) وفي عام ١٩٨٢ عملية (تصـــريف جاذبية البخار المســـاعد) (Steam-Assisted Gravity Drainage)(SAGD) ، وهي عمليات حقن البخار في الرمال النفطية وخاصـــة في طبقة القار الثقيلة مما يتيح تمييع واذابة البيتومين والقطران من الرمال النفطية ومن ثمَ يتيح لها بالتدفق إلى السطح [٢].

٥- أســـهمت تكنولوجيا الجديدة لإنتاج النفط في كندا في انخفاض كلفة انتاج البرميل الواحد للنفط الصـــخري التي تتراوح بين (٥٠-٣٠) دولاراً بينما تبلغ الكلفة في الولايات المتحدة بين (٦٠-٨٠) دولاراً[٣].

اهم مناطق انتاج النفط في كندا هي :

أ - حوض غرب كندا الرسوبي : Western Canada Sedimentary Basin (WCSB)

يمتد هذا الحوض من الدرع الكندي وإلى جبال روكي و في مانيتوبا وساسكاتشوان وفي مقاطعة البيرتا وفي شـــمال شـــرق كولومبيا البريطانية ، تعد البيرتا من اكبر المناطق في احتياطي النفط في حوض غرب كندا الرسـوبي (WCSB)، ويتركز نسـبة ٩٥% من احتياطي (الرمال النفطية) oil sands في منطقة أثاباسكا Athabasca في شـمال البيرتا ، والرمال النفطية أو رمال القطران bituminous sands هي مزيج من القار والرمل والماء والطين

(1) www.naturalresourcesmagazine.net/wp-content/uploads/.../v14N1-offshorereview.pdf

(2) http://www.imperialoil.ca/en-ca/company/operations/oil-sands/cold-lake

(3) http://www.theglobeandmail.com/report-on-business/industry-news/energy-and-resources/canadas-new-energy-play-the-old-oil-fields/article1214116/ Canada's new energy play: The old oil fields Nathan Vanderclippe,

والقار ،هو مزيج كثيف من الأسفلت يغلف كل حبة رمل ، وتنتشر الرمال النفطية على مساحة (٧٧)الف كيلومتر مربع في شـــمال البيرتا ، وتقدر كمية احتياطي الرمال النفطية في البيرتا بين (١,٧ – ٢,٥) تريليون برميل من القار[١] ويتركز في مقاطعة البيرتا ثلاثة حقول نفطية رئيسة كا يتبين من الخارطة (١٢)هي :

١- حقل أثاباسكا Field Athabasca الذي يقع في شمال شرق البرتا، يتم انتاج النفط من الرمال النفطية من حقلي نهر موسكج Muskeg وحقل جاكوبين Jackpine وتصل كمية انتاج النفط في حقل اثاباســـكا (٢٥٥٠٠٠) برميل/يومياً ، منها (١٥٥٠٠٠) برميل/يومياً من حقل نهر موسكج و (١٠٠٠٠٠)برميل/يومياً من حقل جاكوبين [٢].

٢ – حقل نهر السلام Field Peace River ، يقع حقل نهر السلام شمال غرب البيرتا على بعد ٤٠ كيلومتر الى الشمال الشرقي من نهر السلام ، يتصف هذا الحقل بإنتاج النفط الثقيل منذ عام ١٩٧٧ وبمعدل (٣٥٠٠) برميل /يومياً ، ارتفع الى (١٧٠٠٠) برميل/يومياً خلال عام ٢٠١٥ .

٣- حقل البحيرة الباردةCold Lake Field ، ويقع هذا الحقل على بعد ١٨٥ ميل شـــمال شرق مقاطعة ادمونتونEdmonton وينتج هذا الحقل بمعدل (١٦٠٠٠٠) برميل/يومياً ، وتتواجد التكوينات النفطية بمعدل اعماق أكثر من ٤٠٠ متر (ربع ميل) تحت ســـطح الأرض .

ب – حقول الساحل الشرقي : East Coast Field

تقدر احتياطيات النفط في حقول الســـاحل الشـــرقي (٢,١١٧) مليار برميل [٣]، ويتركز إنتاج النفط البحري أساسا في حوض قوس دي جين Basin Jeanne d'Arc ضمن تكوين جراند بانكس Grand Banks قبالة الســـاحل الشـــرقي لنيوفاوندلاند ولابرادور، وأهم حقول النفط البحرية الرئيسة فيه :-

١-حقل هيبرنيا: Hibernia field : قع هذا الحقل في ساحل المحيط الاطلسي الشرقي على بعد (٣١٥) كم إلى الجنوب الشرقي من مقاطعة سانت جون ، ويتم استخراج النفط على

---

(1) Atlas of Canada 6th Edition ,

(2) http://www.shell.com/about-us/major-projects/athabasca-oil-sands-project/athabasca-oil-sands-project-overview.html, Athabasca Oil Sands Project – overview

(3) Sedimentary Basin And Hydrocarbon Potential of New Found land And Labrador ,2000 ,p4

اعماق ٣٦٠٠قدم من قاع المحيط [١]، ووصـــل انتاجه عام ٢٠١١ (٢٥) مليون برميل، وبمعدل انتاج حوالي (٤٣) الف برميلاً/ يومياً.

٢- حقل تيرانوفا : Terra Nova field : يقع الحقل على بعد ٣٥٠ كم جنوب شرق سانت جونز ،وقدرت احتياطياته عام ٢٠١٠ بحدود (٥١٦) مليون برميل ، ويتكون الحقل من ٣٠ بئراً تنتج حوالي (١٣٤) الف برميلاً/ يوميا .

٣- حقل وايت روس : White Rose field : يقع على بعد ٥٠ كم شـــرق حقل هيبرنيا ، وتقدر احتياطيات النفط فيه (٣٠٥) مليون برميل .

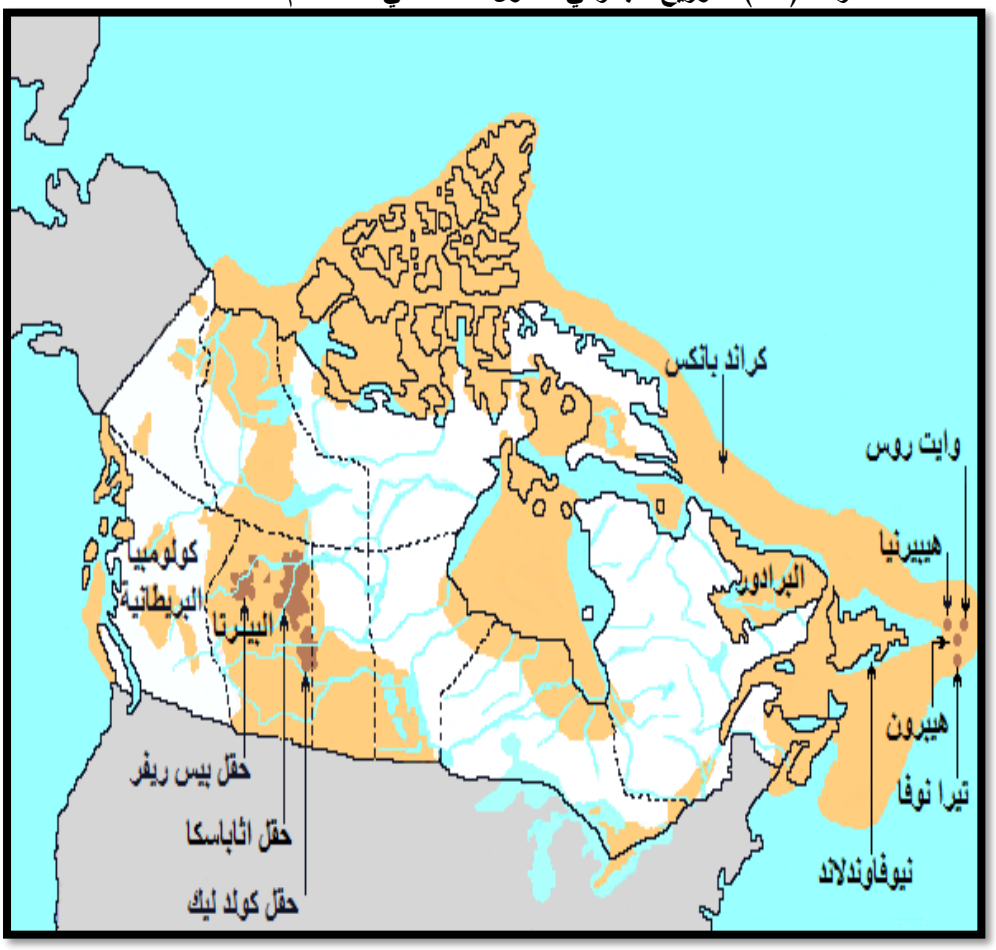
٤- حقل هيبرون : Herbron field : يقدر احتياطيه (٧٠٠) مليون برميل[٢].ويبلغ المعدل اليومي للإنتاج بحدود (١٥٠) الف برميل، ويتصف بانتاج النفط الثقيل ويقع تحت سطح المياه على عمق ٩٣متراً[٣] .

(1) https://www.desmogblog.com/2014/10/12/statoil-drill-canada-s-first-deepwater-offshore-oil-well-after-bailing-alberta-s-tar-sands Statoil to Drill Canada's First Deep water Offshore Oil Well After Bailing on Alberta's Tar Sands, Ben Jervey

(2) www.oceaneering.com Atlantic Canada's Offshore Fields, Ashley A. Clarke

(3) http://www.hebronproject.com/project/index.aspx

خارطة (١٢) التوزيع الجغرافي لحقول النفط في كندا لعام ٢٠١٥



٥- الصين

تمتلك الصـــين لغاية عام ٢٠١٥ احتياطيات من النفط المؤكدة (١٨,٥) مليار برميل، وبذلك تحتل المرتبة الرابعة عشر عالمياً ، وفي المرتبة الاولى على مستوى دول شرق آسيا ، مما يجعلها أكثر الدول الغنية بالنفط في منطقة شرق آسيا والمحيط الهادئ[1] ، وتحتل المرتبة الخامسة عالمياً بالإنتاج والبالغ (٤,٣٠٩) مليون برميل/يومياً وبنسبة ٤,٩% من الانتاج العالمي .

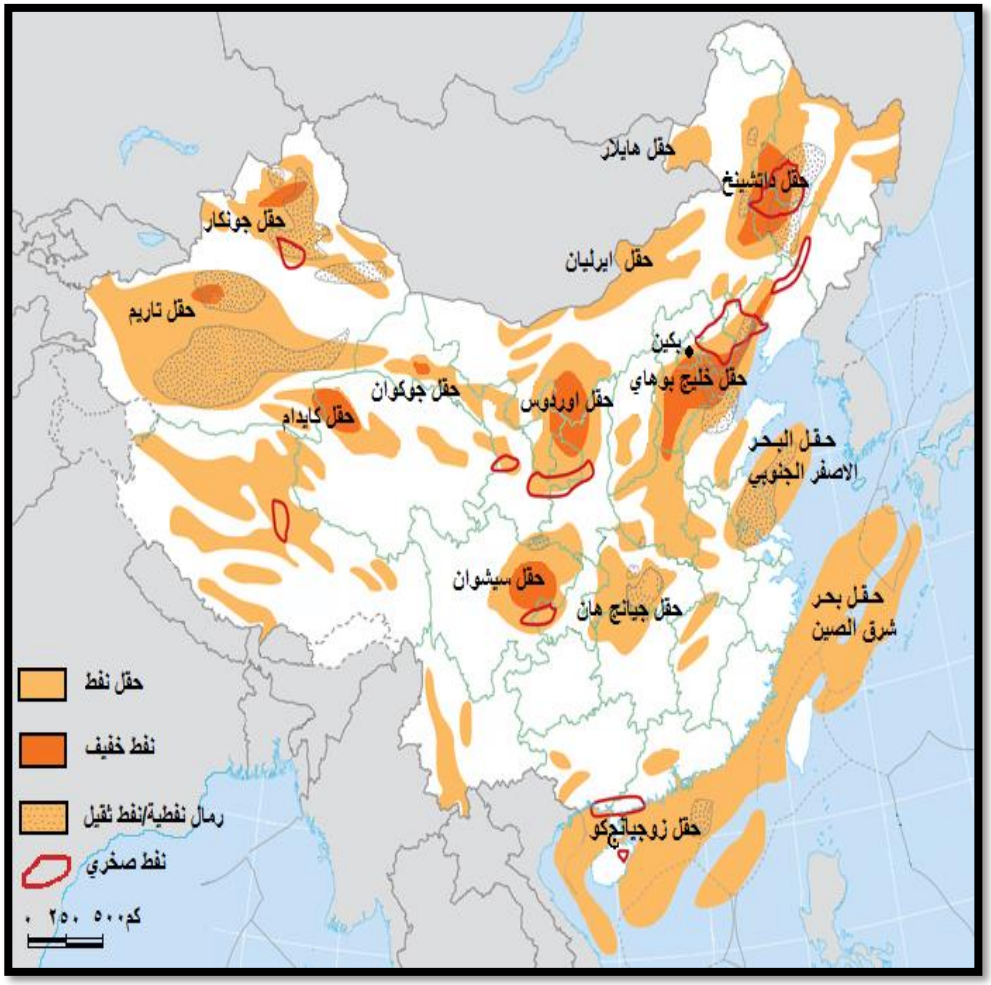
أهم مناطق انتاج النفط في الصين كما يلاحظ من الخارطة (١٣) هي :

أ - حقل داتشينغ :Daqing oilfield

(1) http://oilprice.com/Energy/Crude-Oil/Chinas-Oil-Majors-See-Production-In-Biggest-Fields-Shrink.html, China's Oil Majors See Production In Biggest Fields Shrink , Irina Slav

يقع في شـــمـال مقـاطعـة هيلونغجيـانـغ Heilongjiang، وهو جزء من حوض ســـونجليو Songliao الشـمالي ، ويصـنف واحد من اهم الحقول العملاقة في العالم اذ يمتد بمسـافة (١٣٨)كم طولاً و(٧٣)كم عرضـاً ،ويعد هذا الحقل مورد النفط الأسـاسـي في الصـين، إذ اسـتمر انتاجه بمعدل مليون برميل/يومياً لمدة ٢٧ عاماً ولغاية عام ٢٠٠٣ تراجع الانتـاج ليبلغ (٧٥٥٨٠٠) برميل/ يومياً[١].

خارطة (١٣) التوزيع الجغرافي لحقول النفط في الصين لعام ٢٠١٥



www.oilandgas360.com

(1) http://davidstockmanscontracorner.com/chinas-largest-oil-field-fading-production-and-giant-losses /China's Largest Oil Field Fading Production And Giant Losses, Michael Lelyveld

ب – حقل تاريم : Tarim Oilfield

يقع الى الجنوب من مقاطعة شـينجيانغ، ويعد من أكبر الاحواض الداخلية في الصـين، اذ يمتد على مساحة ١٤٠٠كم من الشرق الى الغرب و٥٢٠ كم من الشمال الى الجنوب ، ومن أهم الحقول النفطيـة في حقل تـاريم حقول لونـان Lunnan و تـازهونـك فور Tazhong-4 ويـاهـا Yahai وينجميلي سـفن7-Yingmaili وهيتيانهي Hetianhe وكيكيا Kekeya ، ويضـم حوض تاريم ٥٤٠ بئراً .

ج – حقول النفط البحرية : Oil Fields on Offshore[1]

تمتلك الصين منطقة واسعة من الأحواض الرسوبية البحرية التي تبلغ ١٢ حقلاً ، أهمها حقل بحر بوهاي Bohai والجزء الشرقي من بحر الصين eastern part of China sea ، وتغطي هذه الاحواض مسـاحة (٧٧٠)الف كم متر مربع، وتحتوي الحقول البحريـة امكـانـات نفطيـة تقدر(١,٠٨٦) مليار طناً و (٣٠٥,٤١٨) مليار متراً مكعباً من الغاز ، أهم الحقول البحرية في الصين هي :

أ- حقل بحر بوهاي : Bohai Sea oilfield

تغطي حقول النفط والغاز في بوهاي مساحة (٥٨٣٢٧) كيلومتراً مربعاً ، ويحتل المرتبة الثانية بين أكبر مناطق إنتاج النفط في الصـين ، ويقدر احتياطي النفط (٨٦٠)مليون طناً و(٢٧,٢) مليار متر مكعب من الغاز ، ويبلغ عدد الابار المنتجة (٨٣٢) بئراً ،

ب – حقل بحر شرق الصين : East Sea Oilfield

يقع الحقل الذي يسـمى أيضـاً بحوض دونغهاي Donghai basin على الجرف القاري من دونغهاي في مقاطعة فوجيان Fujian province الى الشـرق من زنجيانج Zejiang ، ويتوسـط الحقل بين الشمال من تايوان وبين جنوب جزيرة جيزهو Jizhou التابعة لكوريا الجنوبية ،ويمتد الحقل على مسـاحة ٢٦٠ ألف كيلومتر مربع ، يحتوي بحر شـرق الصـين حقلين هما (بينجو Pinghu) و (تشونشياو Chunxiao) ويبلغ مجموع احتياطيهما النفطي(١٣,١١٨) مليون طناً و(٢٨,٣٣٨) مليار متراً مكعباً من الغاز .

ج- حوض زوجيانج كو : Zhujiangkou basin

يقع حوض زوجيـانج كو Zhujiangkou في الجزء الجنوبي من الجرف القـاري لمقـاطعـة كوانغدونغ Guangdong ، ويمتد الحوض مسـاحة (١٧٥) ألف كيلومتراً مربعاً ، ويبلغ اجمالي احتياطي النفط في هذا الحقل (٣٧٠,٤٩٠) مليون طناً و(٤,١٠٠) مليار متر مكعب من الغاز .

---

(1) http://www.oilchina.com/eng/Service-Center/oilfileds/Sichuan.htm

٦- العراق :

يحتل العراق المرتبة الخامسة عالمياً باحتياطي نفطي يقدر بـــ (١٤٣,١) مليار برميل ، ويحتل المرتبة الســادســة في الانتاج ،ويتميز العراق بوجود حقول نفط غير المكتشــفة وأراضــي صــحراوية معظمها تحمل احتياطيات غنية من النفط والغاز، ويمكن تقســـيم حقول انتاج النفط في العراق على ثلاثة مناطق :

أولاً- حقول المنطقة الجنوبية :

١-حقل الرميلة الجنوبي:

اكتشـــف عام ١٩٥٣ يصـــنف من الحقول العملاقة ويعد تاســـع حقل عالمياً يمتد مع الحدود الكويتية بدأ الانتاج ١٩٥٤ تبلغ ابعادة ٣٨كم طولا و١٤كم عرضـــا يتكون من أربع مســـتويات هي (الزبير، العطاء الرابع ،السجيل الاعلى ،مشرف) يبلغ مجموع احتياطاتها(٢٩,٩١٨)مليار/ برميل يوجد به (٣١٥)بئراً منها (٢٢٧)بئرا منتج منها ١٢ بئراً استولت عليها الكويت بعد حربي ١٩٩١-٢٠٠٣.

٢-حقل الرميلة الشمالي :

يصـنف من الحقول العملاقة وبدأ الانتاج١٩٧٢ يبعد مسـافة ٦٥كم غرب البصـرة تصـل ابعاده ٤٣ كم طولا و١٤كم عرضا يتكون من أربع مستويات هي (الزبير ،مشرف ،بن عمر ،السجيل الاعلى) يبلغ الاحتياطي (٣٢,٢٠٥) مليار/برميل عدد الابار فيه (٥٠١)بئر منها (٣٤٥) بئراً منتجاً .

٣-حقل غرب القرنة :

يقع على بعد ٦٥ كم شـمال غرب البصـرة ، وهو من الحقول العملاقة اكتشـف عام ١٩٧٣ تبلغ ابعاده ٥٠ كم طولا و١٢ عرضا يبلغ عدد المكامن فيه ثلاثة وهي (المشرف والزبير والسعدي) مجموع احتيـاطيـه يبلغ (٤١,١٩٨)مليـار/برميـل ، وينتج (٣٠٠) الف برميـل/يوميـا ويوجـد بـه (٣٤٨)بئر منها(٢٦٠)بئراً منتجاً .

٤-حقل الزبير:

اكتشف عام ١٩٤٨ وهو من أقدم الحقول انتاجاً منذ عام ١٩٥١ يصل طول تركيبة ٦٢كم من الحدود الكويتية جنوبا وحتى هور الحمار شمالا يتكون على شكل اربع قباب وهي (صـفوان الرافضـية ،الشـعيبه ،الحمار)باتجاه الشـمال ويبعد ٢٠ كم غرب مدينة البصـرة تبلغ ابعاده ٧٠كم طولاً و١٠ كم عرضـــاً ، يصـــل المخزون النفطي فيه (١٤,٨٢٩)مليار/برميل ، يوجد فيه (١٧٨)بئر منها (١٠٦) منتج .

٥- اللحيس:

يقع غرب حقل الرميله الجنوبي والى الغرب من مدينه البصره بـــــ ٩٠ كم وتبلغ ابعاده ٢٥كم طولا و١٠ كم عرضا اكتشف عام ١٩٦١ وبدأ الانتاج فيه ١٩٧٨ ويتكون من قبتين متوازيتين ، يبلغ اجمالي احتياطيه النفطي (٢,١٢٧٥) مليار/برميل ويوجد فيه (٢٢)بئر منها (١٧)بئر منتج.

٦-نهر عمر :

اكتشف عام ١٩٤٩ ، ويظهر على شكل قبة طويلة ،يبلغ طول ٤٠ كم وعرضه ٢٥ كم ويبلغ احتياطيه (٥٠٠٥)مليون/برميل ، ويبلغ عدد الابار(١٨)بئراً منها (٧) آبار منتجة .

٧-حقل مجنون:

بدأ الاستثمار فيه ١٩٧٥يقع شمال غرب البصرة على بعد ٦٠كم وهو يشترك مع محافظة ميسان وجمهورية ايران تبلغ ابعاده ٦٠كم طولا و١٥كم طولا واكتشف عام ١٩٧٣ ويتكون الحقل من خمسه مكامن (الهارثة – مشرف -الاحمدي -بن عمر -الزبير)اجمالي احتياطيه النفطي (٢٥,٧٢٤) مليار/برميلاً وعدد الابار فيه ٢٧بئراً منها ١٧ بئراً منتجاً ، وللوفرة الجنونية من احتياطيات النفط فيه على مساحة صغيرة من الارض سمي بهذا الاسم .

٨-حقل الطوبة:

يقع بين حقلي الرميلة الجنوبي غربا وحقل الزبير شرقا ويقع على بعد ٢٧كم غرب البصرة وتصل ابعاده ٣٦كم طولا و ٩كم عرضا و اكتشف عام ١٩٥٩ ويصل اجمالي مخزونه النفطي (١,٨٦٧) مليار/برميل يوجد فيه ١٠ آبار منها ٦ منتجة

٩- حقل ارطاوي :

اكتشف عام ١٩٤٨يقع على بعد٧٠ كم غرب مدينة البصرة وتصل ابعاده ٢٥طولا و١٢كم عرضا ويبلغ مخزونه النفطي (١,٦٩٣٤)مليار/برميلاً يوجد به ١٢ بئر منها ٦ آبار منتجة .

١٠- حقل الناصرية :

يقع على بعد ٣٨ شمال غرب مدينة الناصريه واكتشف عام ١٩٧٥ تبلغ ابعاده ١٤كم طولا و١٣ كم ويبلغ مخزونه النفطي (٨،٨٩٠)مليار/برميلاً يوجد به (٥) آبار منتجة .

١١-حقل بزركان:

يقع في ميسان شمال شرق مدينة العماره واكتشف عام ١٩٦٩ يحتوي على تكوين مشرف واجمالي مخزونه النفطي (٤,٧٤٩)مليار/برميلاً يوجد به ٢٣ بئراً منها ٢٠ بئراً منتجاً .

١٢-حقل الفكة :

يبعد ٥٠كم شـــمال شـــرق العمارة وتبلغ ابعاده ٢٥كم طولا و ٦ كم طولا وهو موازي للحدود الإيرانية واكتشـــف عام١٩٧٩ يحتوي مكمنين (الاســـمري – مشـــرف) اجمالي مخزونه النفطي يبلغ (١,٦٤١)مليار/برميلاً وعدد آباره ٢٤ منها ٢٣ بئراً منتجاً .

١٣- حقل بوغرب:

يقع في ميســان على بعد (٦٠)كم شــمال شــرق العمارة بمحاذاة الحدود الايرانية واكتشــف عام ١٩٧١ وتصل ابعاده ٣٠كم طولا و١٥كم عرضــاً ،يصل مخزونه النفطي (١,٣٩٢)مليار/برميلاً يوجد به ١٥ بئراً منتجاً .

١٤-حقل العمارة :

اكتشــف عام ١٩٨٠ ويبعد ٥٠ كم شــمال شــرق مدينة العمارة وتبلغ ابعاده ١٦كم طولا و ٣كم عرضـــا ويحتوي مكمنين (بن عمر – مشـــرف) يبلغ مخزونه النفطي (١,١٠٢٢) مليار برميلاً يوجد به(٥)آبار.

١٥-حقل الحلفاية :

يقع على بعد ٢٥ كم جنوب الشــرق مدينة العمارة واكتشــف عام ١٩٨٠ ويبلغ مخزونه النفطي (٤,١) مليار/برميل وتبلغ عدد آباره (٥) .

ثانياً :حقول المنطقة الوسطى :

١-حقل خانة :

يقع في محافظة ديالى وعلى بعد ٩٠ كم جنوب شـــرق محافظة بغداد ، وهو عبارة عن طية تحدبية ســطحية تعود الى تكوينات صــخور الفارس والتيجراري ، ويتداخل مع الحدود الايرانية بنســبة ٤٥% من سعته ويسمى هناك بحقل شاه .

٢- حقل شرق بغداد :

يقع ١٠ كم شــرق بغداد ، وهو عبارة عن شــريط ٦٨كم طولاً و١١كم عرضــاً يمتد من منطقة العزيزية ويعبر نهر ديالى ويمر بقناة الجيش ومدينة الصدر ويمتد في محافظتي بغداد وصلاح الدين ، يمتلك احتياطي (٨) مليار برميل، اكتشف ١٩٧٦ وينتج يوميا (٢٠) الف برميلاً .

٣- حقل الاحدب :

اكتشــف عام ١٩٧٩ وبدأ الانتاج ٢٠١١ يقع شــرق بغداد ١٨٠ كم في ناحية الأحرار على بعد ٢٨ كم غرب مدينة الكوت ، ويمتد بين محافظتي واسط بنسبة ٥٥% وبين محافظة القادسية بنسبة

٤٥% ، يبلغ اجمالي احتياطية (١،٤) مليار/برميل و(٧٥٠) مليار قدم مكعب من الغاز المصـــاحب، وينتج (١٤٠) الف برميل/يوميا.

٤- حقل بدرة :

اكتشـف في ١٩٧٩ ويقع في شـرق محافظة واسـط ، ويمتد الى الحدود الأيرانية ويسـمى هناك نفط (تشـانغولة) Changolah ويصـل اجمالي احتياطية (٣) مليار/برميل وبدأ الانتاج في ٢٠١٤ بـ (١٥) الف برميلاً/يومياً .

ثالثاً : حقول المنطقة الشمالية :

١-حقل كركوك :

يعد حقل كركوك اول حقل اكتشـــف في العراق عام ١٩٢٧ وكان اول بئر حفر فيه هو بئر بابا كركر ويعد خامس اكبر حقل بالعالم والبالغ مخزونه الاحتياطي (١٣) مليار/برميلاً ويشكل نسبة ١٢% من اجمالي احتياطي العراق ، ويقع في محافظتي التأميم واربيل ويمتد على مســـاحة ١٠٠كم طولا و٤كم عرضـــا وهو عبارة عن هضـــبة يقطعها نهر الزاب الصـــغير ويبلغ معدل انتاجه (٥٠٠) الف برميل/يوميا ويبلغ معدل البئر الواحد(٣٥) الف برميل/يوميا ، وتتراوح معدل العمق ٤٥٠-٩٠٠متر ، وتطور عدد الآبار فيه من ٤٤ بئراً في عام ١٩٢٧ الى ٢٣٠ بئراً لعام ١٩٨٠ والى ٣٣٠ بئر في عام ٢٠١٠ .

٢-حقل باي حسن :

يقع بالقرب من حقل كركوك وتصـــل ابعاده ٢٨ كم طولا و٣كم عرضـــا وتتراوح الاعماق فيه (١٥٠٠-٣٠٠٠) متر وتطور الانتـاج فيـه من (١٥٠)الف برميلاً/يوميـا في عـام٢٠٠٨ وارتفع الى (١٧٥) الف برميلاً/يوميا في ٢٠٠٨ ووصل الى (٢٤٠) الف برميلاً/يوميا في ٢٠١٦ .

٣-حقل جمبور: اكتشـــف عام ١٩٥٩ ويقع جنوب حقل كركوك وتصـــل ابعاده ٤٠كم طولا و ٣كم عرضا وتبلغ آبار (٦) آبار منتجة .

٤-حقل حمرين: يشمل حقول (طقطق ، قرة جوق ، جمجمال ، خباز ، قمر) .

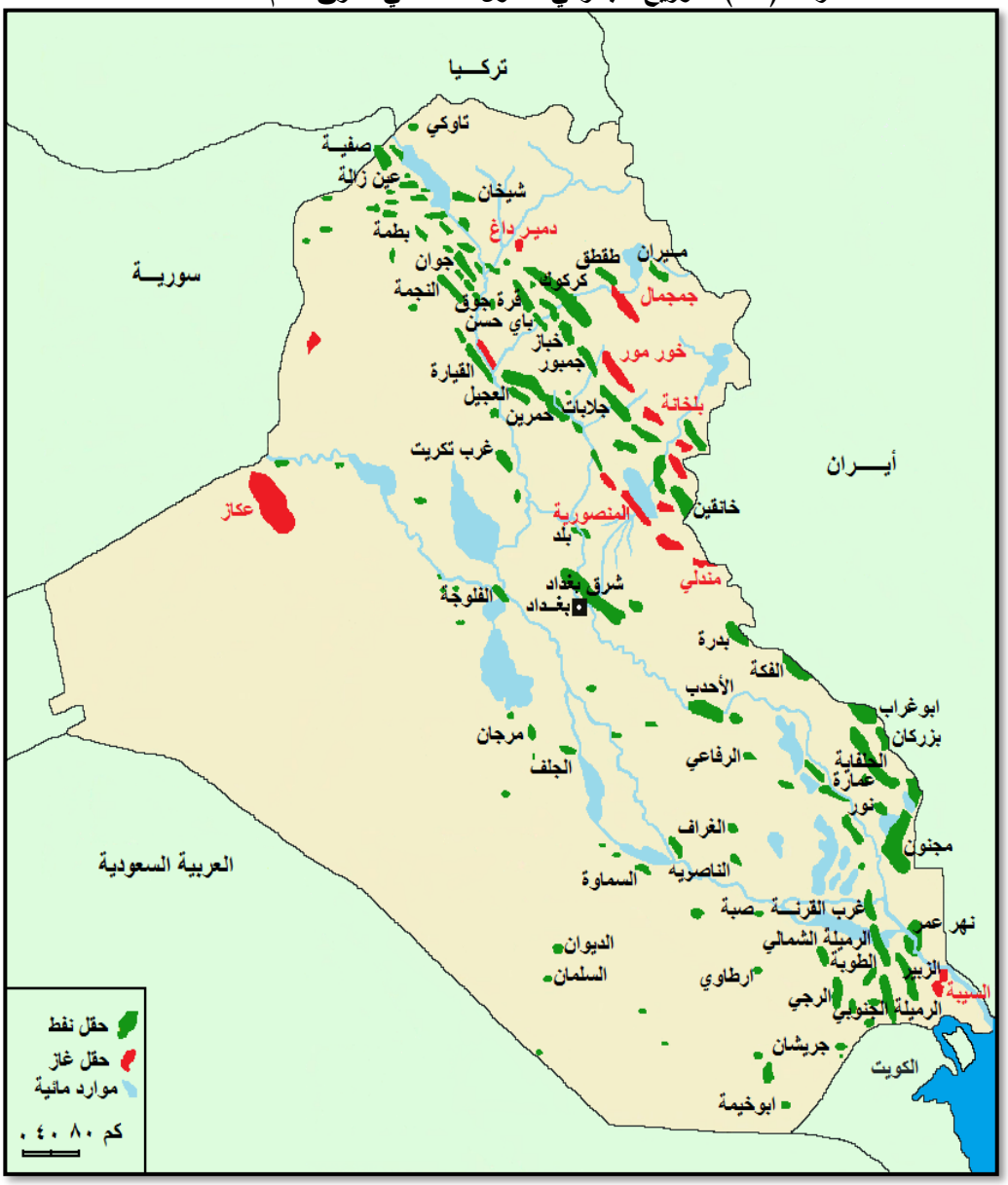
٥-حقل عين زالة: وهو يقع شمال الموصل وتصل ابعاده ١٥كم طولا و ٣كم عرضا.

٦-حقل بطمة : ويقع جنوب شرق حقل عين زالة ويتميز بإنتاج النفط الثقيل .

٧-حقل القيارة : يقع بين حقول التأميم وحقول غرب دجلة ويشمل حقول (جاون والنجمة) .

٨-حقل العجيل: اكتشف عام ١٩٨٣ وعدد الآبار فيه (٧٦) بئراً ، وينتج (٢٠)الف برميلاً/يومياً ويقع في محافظة صـــلاح الدين في منطقه حمرين شـــرق تكريت ، ويبلغ اجمالي احتياطيه (٢٧٦) مليون/برميلاً . انظر خارطة (١٤) .

خارطة (١٤) التوزيع الجغرافي لحقول النفط في العراق لعام ٢٠١٥



٧- ايران

اكتشـــف النفط لأول مرة في إيران في حقل مســـجد ســـليمان في عام ١٩٠٨ ، وتمتلك ايران احتياطيات ضخمة من النفط تقدر في عام ٢٠١٥ بـــ (١٥٧,٨) مليار برميلاً وتمثل نسبة ٩,٣% من اجمالي احتياطي العالم ، وتنتشـــر هذه الاحتياطيات في (٤٠) حقلاً نفطياً منتجاً ، منها (٢٧) حقلاً

برياً و(١٣) حقلاً بحرياً ، وتقع أكثر من ٨٠% من احتياطي النفط الايراني في جنوب غرب حوض خوزستان بالقرب من الحدود العراقية انظر خارطة (١٥) ، كما تمتلك ايران احتياطيات كبيرة من النفط تقع في بحر قزوين Caspian Sea يبلغ مجموعها بحدود (١٠٠) مليون برميل [١] وتحتل ايران المرتبة السابعة عالمياً والثالثة في الشرق الاوسط في إنتاج النفط البالغ (٣,٩٢٠) مليون برميل /يومياً .

أهم حقول النفط في ايران هي :

١- حقل الاحواز : Ahwaz field

يقع في محافظة خوزستان في اقصى الجنوب الغربي من ايران ، ويعد أكبر حقول ايران من حيث الانتاج والبالغ (٧٥٠)الف برميل/يومياً[٢] ويمثل نسبة ١٩% من اجمالي الانتاج في عام ٢٠١٥ ، ويصنف هذا الحقل بكونه أكبر ثامن حقل بري في العالم من حيث الاحتياطي البالغ (١٨)مليار برميل[٣].

٢- حقل مارون : Marun field

يقع في محافظة خوزستان أيضاً ، ويعد اكبر حقل في ايران وسادس أكبر حقل عالمياً من حيث الاحتياطي البالغ (٢٢) مليار برميلاً ، وتنتج حوالي (٥٠٠) الف برميل/ يوميا، وبذلك يعد ثاني أكبر الحقول النفطية البرية في الانتاج بعد حقل الأحواز.

٣- حقل آغا جاري : Aghajari field

يقع على بعد ٨٠ ميلا إلى الشرق من جزيرة عبادان و على بعد ٤٠ ميلا من ميناء الشحن في بندر معشور Bandar Mashur ، ويصنف هذا الحقل أكبر عاشر حقل بالاحتياطيات النفطية على اليابسة في العالم البالغ (١٧) مليار برميلاً ، ويبلغ متوسط الاعماق للحقل ٦٠٠ قدم ، ويشمل الحقل

(1) https://www.worldenergy.org/data/resources/country/iran/oil

(2) , www.worldlistmania.com/largest-oil-fields-of-iran/http:// Largest Oil Fields in Iran

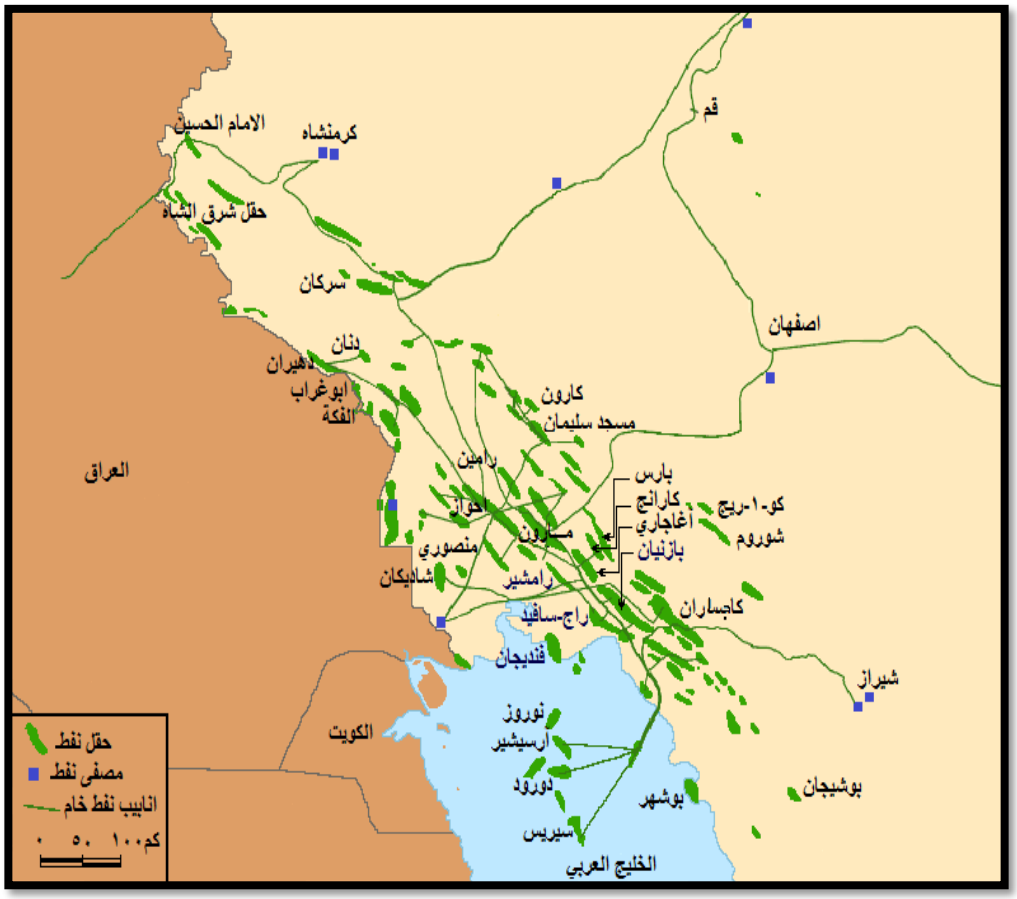
(3) http://www.hydrocarbons-technology.com/features/featureonshore-behemoths---the-worlds-biggest-onshore-oil-fields-4184419/, Onshore behemoths – the world's biggest onshore oil fields

(٢٢) بئراً، وينتج بحدود (٢٠٠) الف برميل/يوميا [١]، وفي عام ٢٠٠٨ نفذ أكبر مشروع في الشرق الاوسط لحقن الغاز لغرض رفع مستوى الإنتاج في الحقل إلى (٣٠٠) الف برميل/يوميا[٢].

٤- حقل كاجساران : Gachsaran oilfield

يقع حقل كاجســـران في مقاطعتي كوهكلي Kohgiluyeh وبوير أحمد Boyer-Ahmad ،تم اكتشـــافه في عام ١٩٢٨، يبلغ انتاج الحقل (٥٦٠) الف برميل/يوميا ، وينقل النفط إلى محطة التصدير في بندر مشور Ma'shur والى مصفاة عبادان [٣] .

خارطة (١٥) التوزيع الجغرافي لحقول النفط في ايران لعام ٢٠١٥



(1) http://www.defenddemocracy.org/map/aghajari?overlay=TRUE

(2) http://www.hydrocarbons-technology.com/features/featureonshore-behemoths---the-worlds-biggest-onshore-oil-fields-4184419/

(3) https://www.onepetro.org/conference-paper/WPC-8018

أحد عشر : التجارة العالمية للنفط

يعد النفط أهم مصدر للطاقة في الاقتصاد العالمي وله بالغ الأهمية في النمو الاقتصادي ، لذا يعد واحداً من اكثر السلع تداولاً في العالم ، اذ تطورت تجارة النفط الخام العالمية خلال المدة ١٩٨٠-٢٠١٥ كما يتبين من الجدول (١٦) والشكل (٢٤) بحدود الضعف ، اذ بلغت كمية النفط المصدرة والمستوردة بين بلدان العالم (٣٢,٣٢٤) مليون برميل/يومياً عام ١٩٨٠ لترتفع الى (٦١,٢٢٣) مليون برميلاً/يومياً في عام ٢٠١٥ ، كما نمت تجارة النفط عام ٢٠١٥ بمعدل ٣,٧% مقارنة مع عام ٢٠١٤ (٥٦,٧٣٦) مليون برميل/يومياً بزيادة (٤,٤٨٧) مليون برميل/يومياً . ومن العوامل التي ساعدت في تطور تجارة النفط في العالم هي :

١- لانه المصدر الاول في استهلاك الطاقة بنسبة ٣٢,٩% من اجمالي استهلاك الطاقة لعام ٢٠١٥ نتيجة تنوع المنتجات البترولية المكررة خاصة في قطاع النقل المستخدمة كوقود في جميع وسائط النقل كالطائرات والسفن الحربية والسيارات والقطارات وزيت التدفئة وفي الصناعات البتروكيمياوية مما ساعد في ارتفاع الطلب عليه وتزايد كميات استهلاكة في مختلف المناطق الجغرافية التي ارتفعت من (٦٣,٩) مليون برميلاً/يومياً عام ١٩٨٠ لتبلغ (٩٥) مليون برميلاً/يومياً عام ٢٠١٥، وبذلك فإن حجم التجارة العالمية للنفط يتماشى مع حجم الطلب العالمي عليه .

٢- تنامي امدادات النفط في العالم ، اذ أسهمت الزيادة الكبيرة في إنتاج الشرق الأوسط من النفط الخام وتطور تقنيات الحفر الأفقي باستعمال التكسير الهيدروليكي للصخور الزيتية في الولايا ت المتحدة التي كانت في السابق من المستحيل تقنياً أو غير اقتصادية ، كذلك إنتاج النفط من الرمال النفطية في غرب كندا أسهم في نمو قوي في التجارة العالمية للنفط .

٣- انخفاض اسعار النفط عالمياً خاصةً في عام ٢٠١٤ مع تحسن النشاط الاقتصادي لاسيما في دول شرق آسيا مما ادى الى نمو سريع في الطلب خاصةً في دول مثل اليابان والصين والهند.

٤- ظهور اليابان مستورد رئيس للنفط بنسبة ٧,١% من مجموع استيراد النفط العالمي ويأتي ذلك عقب كارثة محطة فوكوشيما- دايتشي النووية Fukushima-Daiichi nuclear في آذار- مارس ٢٠١١ ، وبعد ذلك علقت اليابان عملياتها في جميع محطاتها النووية ، وأدى فقدان القدرة النووية إلى تحول في مزيج الطاقة الياباني نحو النفط والغاز .

٥- حرص دول العالم على تعبئة المخزونات النفطية الاستراتيجية Strategic Petroleum Reserve الذي يمكن من تعويض حجم الاستهلاك أو الواردات النفطية بما لا يقل عن (٩٠) يوماً عند حدوث اي اخطار سواء طبيعية كالزلازل والأعاصير والفيضانات أو تهديدات عدم الاستقرار الذي تتعرض لة مواقع الانتاج كمنطقة الشرق الأوسط مثلاً في العراق وليبيا واليمن

وغيرها ، اذ يقدر المخزون الاستراتيجي في الولايات المتحدة (٧٢٧) مليون برميل ، وفي الصين (٤٠٠) مليون برميل[١]. واليابان (٣٢٤) مليون برميل .

٦- تطور البنية التحتية للصناعة النفطية سواء الاستخراجية أو التكريرية كالحفارات و الموانئ ومواقع تخزين النفط الخام ومصافي النفط ومحطات المنتجات وغيرها .

٧- تطور وسائط نقل النفط وتصديره خاصة ناقلات النفط ، اذ بلغ عددها في الاسطول التجاري العالمي (٧٠٦٥) ناقلة ، وبعضها ذات قدرة تصميمية (٥٥٠) ألف طن[٢] .

جدول (١٦) تطور التجارة العالمية و الطلب العالمي للنفط للمدة ١٩٨٠-٢٠١٥

السنة	التجارة العالمية	الطلب العالمي
1980	32.3	63.9
1985	24.4	59.1
1990	31.4	66.4
1995	37.2	70.3
2000	43.3	77.7
2005	52.1	85.1
2010	54.3	88.1
2015	61.223	95

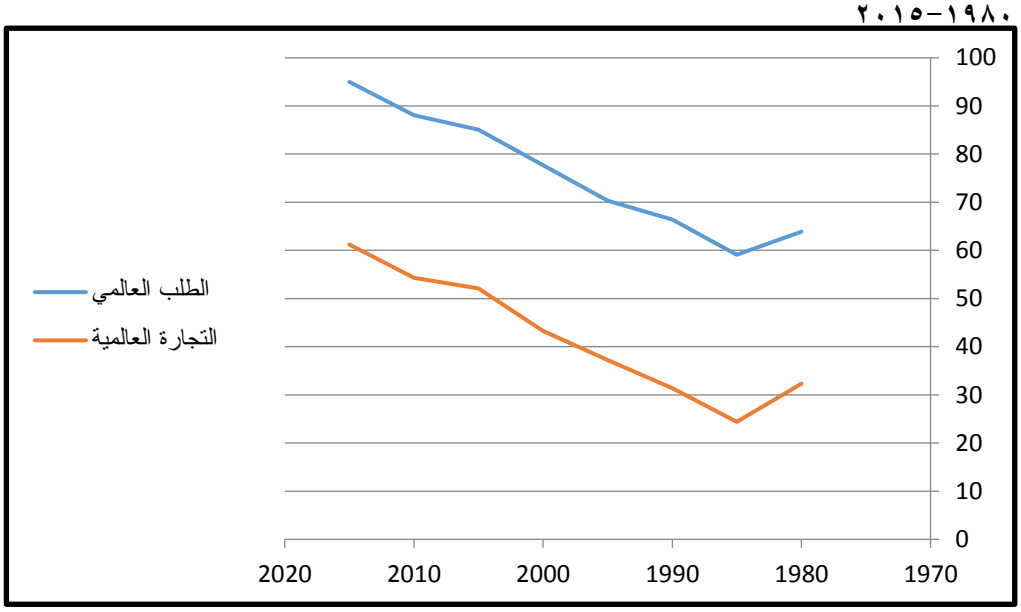
1- http://www.la.utexas.edu/users/chenry/global/coursemats/2010/Copy%20of%20statistical_review_of_world_energy_full_report_2009-3.htm

2- https://www.rita.dot.gov/bts/sites/rita.dot.gov.bts/files/publications/national_transportation_statistics/html/table_04_01.html

(1) - https://seekingalpha.com/article/3986205-chinas-strategic-petroleum-reserves-nearly-full

(2) -http://www.vesseltracking.net/article/biggest-oil-tankers

شـــكل (٢٤) مقارنة التجارة العالمية للنفط مع الطلب (مليون برميل/يومياً) للمدة ١٩٨٠-٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (١٦) .

١- الدول المستوردة للنفط : Importing Oil Countries

على مستوى المناطق الجغرافية يتبين من الجدول (١٧) والخارطة (١٦) والشكل (٢٥) ان دول الاتحاد الأوروبي تعد المستورد الأول للنفط في العالم البالغ (٧٠٨,٢) مليون طن بنسبة ٢٣,٥% من مجموع الاستيراد العالمي للنفط في عام ٢٠١٥ البالغ (٣٠٠٦,٥) مليون طن ، ويعتمد الاتحاد الأوروبي أكثر من ثلاثة ارباع واردات النفط بنسبة ٧٨,١% من ثلاثة مناطق رئيسة (روسيا الاتحادية وأفريقيا والشرق الاوسط) بنسب ٣٩,٥% و٢٠% و١٨,٦% على التوالي ، وتعد نيجيريا والجزائر وليبيا وأنغولا أهم الدول الأفريقية في تصدير النفط لأوروبا بنسبة ١٢,٢% و٧,٧% و ٣,٤% و٣,٣% على التوالي ، كما يزود الشرق الأوسط لاسيما العربية السعودية والعراق بنسب ٩% و٤,٦% من مجموع استيراد الاتحاد الأوروبي ، بينما يعتمد جمهوريات الاتحاد السوفيتي(السابق) لاسيما كازاخستان وأذربيجان بنسب ٦,٥% و٤,٦% من وارداته النفطية[١].

تأتي الولايات المتحدة بالمرتبة الثانية عالمياً باستيراد (٤٦٤,١) مليون طن بنسبة ١٥,٤% وتعتمد في استيرادها كندا بواقع (١٨٥,٨) مليون طن بنسبة ٤٠% من مجموع استيرادها بينما تستورد من دول امريكا الجنوبية ومنطقة الشرق الأوسط (٨٨) و (٧٥) مليون طن على التوالي كما تسهم المكسيك بتوريد (٣٧,٦) مليون طن وبنسبة ٨,١% من مجموع واردات الولايات المتحدة .

(1) - http://energyfuse.org/europes-oil-import-dilemma/

تحتل الصـــين المرتبة الثالثة بنســـبة ١٣,٤% من واردات النفط العالمية بمعدل (٧) مليون برميل/يومياً ، ويرجع سبب تطور استهلاك الصين للنفط نتيجة تأسيس أكثر من (٢٠) مصفاة للتكرير والتوسع في بناء مخازن لإحتياطي النفط مما ضاعفت حجم احتياطيها الاستراتيجي باضافة (١٤٧) مليون برميل فضـلاً عن تراجع اسـعار النفط مع بداية عام ٢٠١٤ بنسـبة ٥٠%[١]. وتتنوع واردات الصين من النفط لكنَ أهمها منطقة الشرق الأوسط التي تسهم بـــ (١٧٣,٨) ملون طناً بنسبة ٥٨% من اجمالي استيراد الصين للنفط ، كما تعتمد على أفريقيا خاصة نيجيريا والجزائر في حصولها على (٦٤,٦) مليون طن وبنسـبة ١٦% ، وتزود بعض دول امريكا الجنوبية وروسـيا الاتحادية الصـين بكميات (٤٦,٦) و(٤٦,١) مليون طن على التوالي .

تأتي الهند بالمرتبةالرابعة بنسبة ٧,٢% من مجموع استيراد النفط العالمي ، وتعتمد الهند ثلاثة مصـادر للنفط أولها منطقة الشـرق الاوسـط باسـتيراد (١٢٩,٧) مليون طن وبنسـبة ٥٩,٣% من اجمالي اسـتيرادها ، وتعد العربية السـعودية المصـدر الأول للهند ثم العراق والامارات وايران والكويت بكميـات بلغـت (٣٧,١) و(٣٢,٩) و(١٤) و(١٠,٥) و(١٠,١) مليون طن على التوالي ، والمصـدرالثاني قارة أفريقيا معظمه من نيجيريا بكميات (٣٧,٧) مليون طن بنسـبة ١٧% من مجموع وارداتها ، ثم تأتي المنطقة الثالثة وهي أمريكا الجنوبية لاسيما من فنزويلا بـــــ (٢٩,٢) مليون طن بنسـبة ١٣,٣% ، فضـلاً عن اسـتيراد كميات محدودة من امريكا الشـمالية خصـوصـاً من المكسـيك والولايات المتحدة (٦,٣) و(٣,٨) مليون طن على التوالي .

ومن العوامل التي ساعدت الهند على تطور وتنوع مصادر استيراد النفط هي[٢] :

١-الدعم الذي تقدمة العربية السـعودية لصـادرات النفط للهند من خلال أولاً تخفيض اسـعار البيع بحدود ٢٥-٣٠ سنتاً من معدل السعر العالمي للبرميل ، وانشاء العربية السعودية اسطول من السفن لشحن النفط الى الهند منخفضة رسوم الشحن ثانياً .

٢- زيادة توجه الهند نحو الاسـتيراد من الولايات المتحدة وفنزويلا خاصـة نوع النفط الثقيل ذات محتوى كبريت عالٍ الأقل سـعراً مقارنـةً مع أنواع النفط الأخرى مع اجراء تحديثات وتطوير لمصافيها وصناعة تكرير النفط لتسهيل معالجة هذه الأنواع من النفط لتحويلها لمشتقات نفطية يعاد تصـديرها لدول العالم مرة أخرى، اذ صـدرت الهند مشـتقات نفطية في عام ٢٠١٥ بحدود (٥٥) مليون طناً الجزء الأكبر منها يوجة الى منطقتي الشرق الأوسط ودول الأتحاد الأوروبي بـ (١٤,١) و(١٠,٨) مليون طن على التوالي .

(1) - www.forbes.com/.../2015/.../china-now-worlds-largest-oil-importer-e.

(2) - http://www.middleeast-markets.com/2017-india-buys-first-ever-u-s-crude-oil

٣-ادى انخفاض انتاج النفط في الدول الأعضـــاء في منظمة الأوبك وارتفاع اســـعار النفط الخام مع نهاية عام ٢٠١٥ الى اتجاه الهند نحو تنويع مصـــادر وارداتها من النفط لاســـيما نيجيريا والولايات المتحدة وروسيا الإتحادية (٣٣,٥٥) (٦,٣) (٠,٢) مليون طن على التوالي .

وفيما يتعلق بواردات اليابان من النفط يحتل المرتبة الخامسة بـ (٢١٤,٥) مليون طن ، وتعتمد اليابان بشكل كبير على دول الشرق الأوسط في استيراد النفط بـــــ (١٥٧,٥) مليون طن بنسبة ٧٣,٤% بينما يعتمد على روســـيا الأتحادية والولايات المتحدة بكميات (١٦,١) و(٧,٩) مليون طن على التوالي. وتتصف واردات اليابان من النفط لعام ٢٠١٥ بالانخفاض بمعدل ٢,٣% نتيجة الاغلاق التدريجي لمحطات توليد الكهرباء التي تعمل بالوقود الإحفوري (الفحم والنفط) والتحول نحو الغاز المسال وبطء نمو الاقتصاد وتحسين كفاءة استعمال الطاقة والتطورفي هيكلية قطاع النقل من خلال التحول في صناعة السيارات الكهربائية بدل التي تعمل بالوقود فضلاً عن انخفاض استعمال السيارات في المجتمع الياباني مما قلل الطلب على النفط [1].

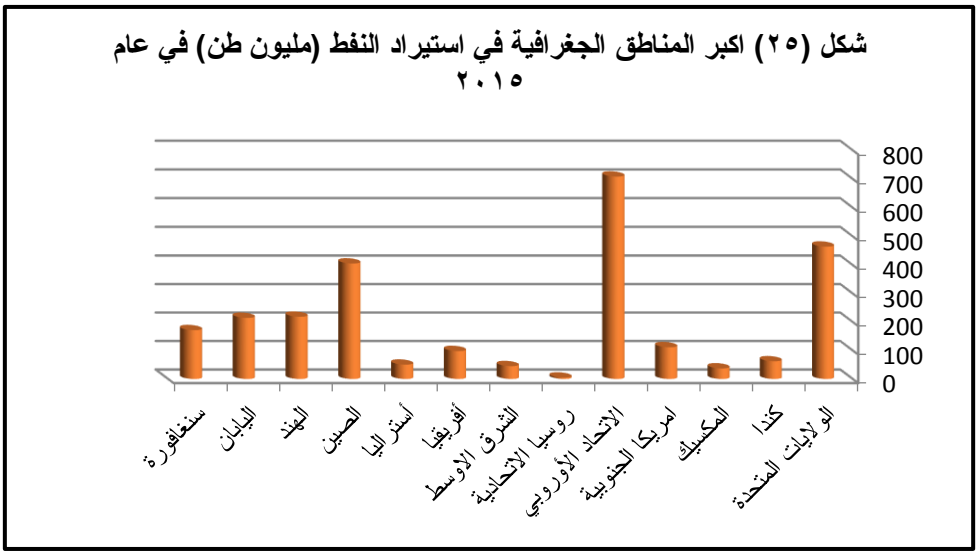
جدول (١٧) حجم تجارة النفط العالمية (مليون طن) في عام ٢٠١٥

الدولة	الاستيراد	%	التصدير	%
الولايات المتحدة	464.1	15.4	222.8	7.4
كندا	62	2	189.4	6.3
المكسيك	37	1.2	68	2.2
امريكا الجنوبية	111.4	3.7	201.4	6.7
الاتحاد الأوروبي	708.2	23.5	232.3	7.7
روسيا الاتحادية	4.9	0.1	404.8	13.4
الشرق الاوسط	45	1.5	1020.9	34
أفريقيا	98	3.2	312.1	10.3
أستراليا	50.3	1.6	12.2	0.4
الصين	405.3	13.4	39.5	1.3
الهند	218.4	7.2	55.2	1.8
اليابان	214.5	7.1	17.7	0.5
سنغافورة	171.4	5.7	88.8	3
اخرى لم تذكر	416	13.8	141.4	4.7
المجموع الكلي	3006.5	100	3006.5	100

BP Statistical Review of World Energy June 2016

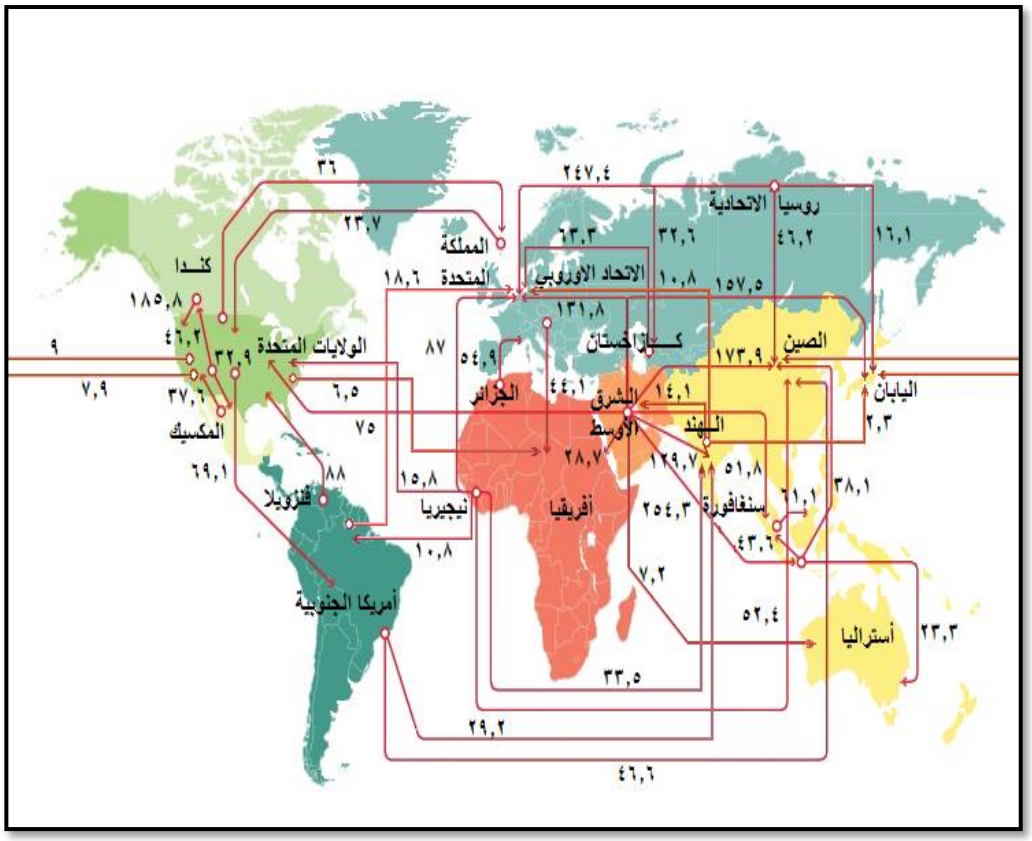
(1) - https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/japans-oil-and-lng-imports-dipped-2015-advantage-coal.html

شكل (٢٥) اكبر المناطق الجغرافية في استيراد النفط (مليون طن) في عام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (١٧) .

خارطة (١٦) تجارة النفط العالمية (مليون طن) في عام ٢٠١٥



٢- الدول المصدرة للنفط : Exporting Oil Countries

تعد منطقة الشرق الأوسط المُصدَر الأول للنفط كما يتضح من الشكل (٢٦) لجميع مناطق العالم اذ تستحوذ هذه المنطقة على ٣٤% من حجم صادرات النفط العالمية لعام ٢٠١٥ وأهم دول الشرق الأوسط المصدرة للنفط هي (العربية السعودية والعراق والامارات العربية والكويت وأيران) بنسب ١٧% و٦,٦% و٦,٤% و٤% و٢,٦%على التوالي .

تحتل المرتبة الثانية روسيا الإتحادية بنسبة ١٣,٤% ، وتلقت دول أوروبا وآسيا ٩٠% من صادرات روسيا من النفط ، اذ تعتمد أوروبا على (٢٤٧,٢) مليون طن بنسبة ٦١% من النفط الروسي بينما تعتمد دول آسيا (١١٧,٥) مليون طن بنسبة ٢٩% من صادرات روسيا من النفط وتعد الصين واليابان وسنغافورة أكبر المستوردين في آسيا للغاز الروسي بـ (٤٦,١) و(١٤,١) و(١٤,٨) مليون طن على التوالى .

تأتي قارة أفريقيا بالمرتبة الثالثة بتصدير النفط بنسبة ١٠,٣% من صادرات العالم ، وتتصدر نيجيريا الصادرات النفطية البالغة (٢٢١,٧) مليون طن بنسبة ٧١% من اجمالي قارة أفريقيا ونسبة ٧,٣% من الصادرات العالمية ، وتوجه معظم صادراتها بحدود (٨٧) و(٥٢,٤) و(٣٣,٥) مليون طن للأتحاد الأوروبي والصين والهند بنسب ٣٩,٣% و٢٣,٥% و١٥% على التوالي ، كما تصدر الى الولايا ت المتحدة ودول أمريكا الجنوبية وكندا وأستراليا بكميات (١٥,٨) و(١٠,٨) و(٣,٢) و(٢,٥) مليون طن .

بالرغم من أهمية الصادرات النفطية النيجيريه في السوق العالمية لكنها تتصف بالتذبذب بين فترة وأخرى وذلك بسبب :

١-اضطراب وتذبذب الانتاج خصوصاً في ولاية بايلسا Bayelsa الغنية بالنفط بمنطقة دلتا النيجر الجنوبية بفعل الصراعات والاحتجاجات للجماعات القبليلة المحلية على الأضرار البيئية الناجمة عن الانسكابات النفطية وحرق الغاز الطبيعي التي ألحقت أضراراً بالهواء والتربة والمياه مما أدى الى خسائر في الأراضي الصالحة للزراعة وأنخفاض في الثروة السمكية مماخلق توترات بين بعض المجتمعات المحلية والشركات النفطية العالمية المستثمرة مما أدى الى انسحابها وتوقف الانتاج[1].

٢- تزايد نشاط الجماعات المسلحة (جماعة بوكو حرام) (جماعة تحرير دلتا النيجر) التي تسعى للحصول على حصة من الثروة النفطية التي غالباً ما تهاجم البنية التحتية النفطية والاستيلاء على المنشآت النفطية مما يودي الى سرقة النفط ،اذ تقدر كمية النفط المسروقة (٤٠٠) ألف برميل/يومياً .

(1)http://www.marcon.com/print_index.cfm?SectionListsID=30&PageID=2269

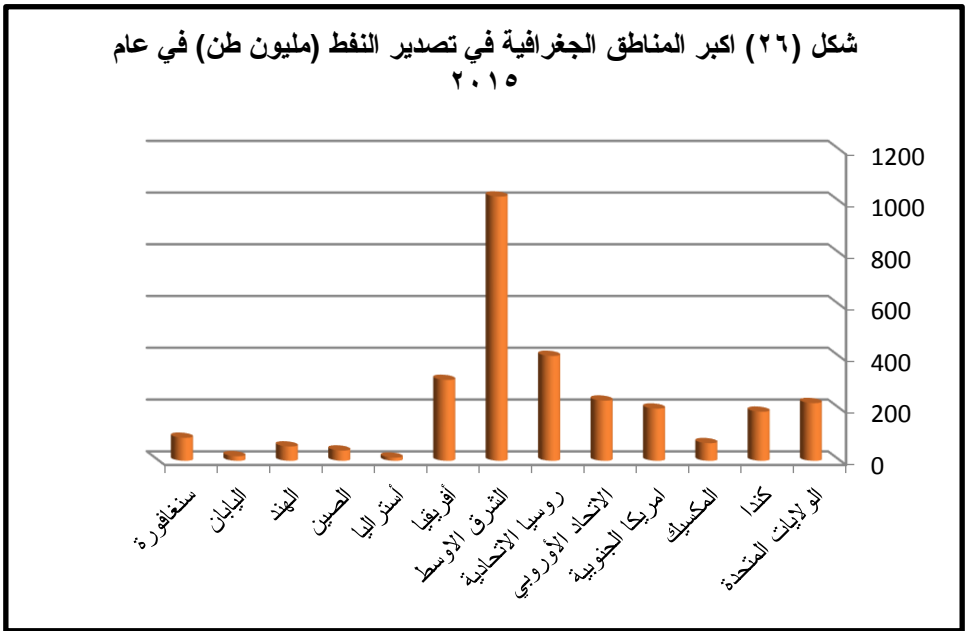
٣- مشكلات تقادم البنية التحتية النفطية وضعف الصيانة فضلاً عن تقادم و تلف خطوط الأنابيب الناقلة للنفط .

٤- تنامي نشاط القرصنة في غرب أفريقيا خاصة في خليج غينيا خلال السنوات القليلة الماضية حتي أصبح ساحل غرب أفريقيا أكثر خطورة في العالم وتجاوزت حوادث القرصنة تلك الموجودة في شرقها ، مما يؤدي إلى اختطاف أومقتل أفراد الطاقم وزيادة تكاليف التأمين للسفن وتشمل هجمات القرصنة السطو المسلح والاختطاف للحصول على فدية وصعود منصات النفط البحرية وسرقة الناقلات أو تفريغ النفط الخام والمنتجات المكررة من الناقلات ، ونظراً لهذه الأسباب تأثرت صناعة النفط في المنطقة والنقل البحري .

وتحتل الجزائر المرتبة الثانية على مستوى قارة أفريقيا بتصدير (٨٠,٥) مليون طن بنسبة ٢٥,٧% ، منها (٦١,٥) مليون طن نفط خام و(١٩) مليون طناً مشتقات نفطية ، الغالبية الأكبر تصدر لغرب أوروبا (٥٤,٩) مليون طن بنسبة ٦٨,١% ، بينما تصدر كميات أخرى لعدة مناطق منها كندا والهند والصين وكوبا واليابان بكميات (٥,٧) و(٤) و(٣,٩) و(٣) و(١,٣) مليون طن على التوالي .

تأتي دول الأتحاد الأوروبي في المرتبة الرابعة بتصدير (٢٣٢,٣) مليون طن بنسبة ٧,٧% من الصادرات العالمية للنفط ، وتعد النروج من أهم الدول الأوروبية بعد روسيا الاتحادية في تصدير النفط، اذ تحتل المرتبة السادسة عالمياً .

شكل (٢٦) اكبر المناطق الجغرافية في تصدير النفط (مليون طن) في عام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (١٧) .

الفصل الخامس

الغاز الطبيعي

أولاً : مفهوم الغاز الطبيعي :-

يطلق مفهوم الغاز الطبيعي على التجمعات الباطنية لخليط من مواد هايدروكاربونية في حالتها الغازية واهمها غاز الميثان ولكنها تحمل معها في الغالب بعض السوائل البترولية تخرج من الغازات في هيأة ابخرة مكثفة.

يتكون الغاز الطبيعي من عدة مركبات [١] :

١- الميثان Methane(CH_4) الذي يكون نسبة بين ٧٠-٩٠% من الغاز الطبيعي.

٢- الايثان Ethane (C_2H_6) والبروبان Bropane (C_3H_8) والبيوتان(C_4H_{10}) Butane وتشكل هذه المركبات نسبة ٠-٢٠% .

٣-ثنائي اكسيد الكربون Co_2 يشكل نسبة ٠-٨% .

٤- النيتروجين N_2 وثاني كبريتيد الهيدروجين $H2s$ تشكل نسبة ١-٥% .

٥- اوكسجين O_2 يكون نسبة ٠-٠,٢% .

٦- غازات نافذة خاملة (أرغون،هيليوم،نيون،اكسينون) تشكل نسبة ٠,١-٠,٩% .

يتم فصل الغاز عن الزيت وكذلك تفصل مكونات الغاز الجاف والرطب. وغالبا ما يشار إلى الغاز الجاف باسم الغاز الطبيعي، ويتكون أساسا من غاز الميثان. بينما يتكون الغاز الرطب أو سوائل الغاز الطبيعي التي يشار إليها غالبا من مزيج من الغازات الأثقل مثل الإيثان والبروبان والبيوتان. هناك انتقال تدريجي بين أثقل مكونات الغاز التي تسمى النفثا والمكثفات والنفط [٢].

ثانياً : أنواع الغاز الطبيعي [٣] :-

١- الغاز الطبيعي الحر : free Gas

هي مركبات هيدروكربونية توجد على شكل غازات حرة في حقول الغاز الطبيعي ويكون اما جافاً أو رطباً ، اذ يحتوي كميات كبيرة من الهيدروجينات ، ويتميز بارتفاع نسبة الميثان وانخفاض نسبة المواد غير الهيدروكربونية خاصة كبريتيد الهيدروجين ، ويتدفق الغاز الطبيعي الحر بصورة تلقائية في المراحل الأولى لاستخراجه بسبب الضغط في باطن الارض الذي يدفع به للأعلى ، لكن ذلك

---

(1) - http://www.cypraegean-neftegaz.com

(2) http://www.norskpetroleum.no/en/production-and-exports/exports-of-oil-and-gas

(٣) - نبيل جعفر عبدالرضا ، امجد صباح عبدالعالي ،اقتصاديات صناعة الغاز الطبيعي ،جامعة البصرة ، الطبعة الاولى ، ٢٠١٥ ، ص ١٥-١٩ .

يعتمد طبيعة الصخور الرسوبية والصخور التي تحيط بالمكمن الغازي ، ويتميز انتاج الغاز الطبيعي الحر باستغلاله عن انتاج النفط، مما يعطي فرصة لأصحاب القرار الاقتصادي بوضع الخطط الكفيلة باستغلاله ، والبحث عن افضل طرق الاستثمار المتاحة ، اذ يتم وضع الخطط الاقتصادية لإنتاج هذا الغاز ، إذ تتوافر امكانية التحكم في تدفقه بحسب مقتضيات واحتياجات الصناعات المعتمدة عليه بعيداً عن سياسة انتاج النفط .

٢- الغاز الطبيعي المصاحب : Associated Gas

يكون هذا الغاز مصاحباً للنفط أو ذائباً فيه ، ويشكل الميثان النسبة العظمى منه وكميات ضئيلة من غاز ثنائي اوكسيد الكربون وغاز كبريتيد الهيدروجين ، ويتم تجميع الغاز الطبيعي المصاحب للنفط بوضع تجهيزات على فوهة البئر لانتزاع الغاز المتصاعد منه ، ويتم تجميع الغازات من الآبار القريبة بواسطة خطوط الانابيب توصل بين الآبار ومصنع المعالجة ، وبعد خروجه من الآبار وفصله عن النفط تفصل الشوائب المختلفة مثل ثنائي اوكسيد النيتروجين وكبريتيد الهيدروجين ، ثم تفصل المكونات المختلفة بالتبريد التدريجي ، اذ يتحول كل مكون الى سائل عند درجة حرارة معينة ، ويتم تجميع الغاز الطبيعي المصاحب خلال مرحلتين (الغاز والنفط) او على ثلاثة مراحل (الغاز والنفط والماء) وبحسب طبيعة البئر النفطي ، وتتم عملية الفصل باستعمال مكثفات السوائل المختلفة من خلال سلسلة متتالية من احواض الضغط ، وذلك بالضغط الشديد الذي تكون فيه نسبة الغاز والنفط مرتفعة وتتم المرحلة الاولى من الفصل بعملية ضغط أولي ليتم الانتقال الى المرحلة الثانية من الفصل مع ضغط اقل والمرحلة الثالثة يتم فيها استعمال ضغط بخاري قوي لتصل عملية الفصل الى المرحلة الاخيرة التي تتم باستعمال خزانات مدعمة ليستمر خروج الغاز من فجوة انبوبية ليتم اصطياده بالضغط او بالحرق .

٣- الغاز الطبيعي الغير التقليدي : Unconventional Gas

تشكل المصادر التقليدية لإنتاج الغاز الطبيعي نسبة لابأس بها من اجمالي احتياطيات الغاز الطبيعي العالمية ، وتقسم هذه المصادر الى الانواع الآتية :

أ-غاز صخور السجيل (الصخري او الحجري) : Shale Gas

يقصد بالغاز الصخري او الحجري او غاز حجر الاردواز وهو غاز طبيعي تولد بفعل ظروف تكوينه قبل ملايين السنين داخل صخور السجيل بفعل الحرارة والضغط وبقي محبوساً داخل تجويفات تلك الصخور الصلبة التي لا تسمح بنفاذه ،وقد اكتشفت تقنيات (التكسير الهيدروليكي) (Hydraulic Fracturing)القادرة على استخراج ذلك النوع من الغاز من خلال حقن الطبقات الصخرية التي تحتوي الغاز الطبيعي بكميات ضخمة من المواد الكيمياوية والمياه التي تستعمل بكميات كبيرة حيث تعمل على سحب الغاز من الطبقات الصخرية لرفعه الى السطح ، حيث يحتبس جزء من

الغاز في مسام الصخور وبعضها الآخر يبقى ممتصاً في المواد العضوية التي نشأ منها ، ويمكن استخراج الغاز الطبيعي الموجود في الشقوق الصخرية بصورة مباشرة عند الحفر او الغاز الممتص في المواد العضوية الصخرية فيستلزم استخراجه اضافة مواد كيمياوية ، كما ان استخراج الغاز الصخري يتطلب حفر آلاف الآبار تصل لأعماق ثلاثة كيلو متراً ليتم الحفر بصورة افقية للوصول الى اكبر ملامسة للصخور وتكسيرها هيدروليكياً بواسطة خليط سائل مكون من مزيج من الماء والرمل وبعض المواد الكيمياوية الذي يضخ تحت ضغط عالٍ جداً لتحرير الغاز من خلال تحطيم الصخور الحاسة للغاز او احداث شقوق من خلال مساماتها ، وتتصف حقول الغاز الصخري بسرعة تراجع معدلات انتاجها خلال السنوات الاولى من بدء الانتاج ويحصل اعلى معدل تراجع بعد السنة الاولى ويصل لنسبة ٦٠% من اعلى مستوى للإنتاج ثم يستمر التراجع ليصل الى الحد الادنى له بعد سبع الى ست سنوات من بدأ الانتاج .

ان ظهور الغاز الصخري اثر بدرجة كبيرة على بنية اسواق الغاز الطبيعي العالمية اذ ظهرت اكتشافات كبيرة من هذا الغاز في الولايات المتحدة وبصورة تجارية والصين والارجنتين والبرازيل والمكسيك وجنوب افريقيا وكندا والجزائر ، حيث ان ارتفاع اسعار الوقود التقليدية مثل النفط والغاز الطبيعي دفع باتجاه استغلال انواع الغاز غير التقليدي ، حيث ان البلدان المصدرة للغاز الطبيعي ستتأثر صادراتها الخارجية بعد انخفاض حجم الطلب العالمي نتيجة منافسة الغاز الصخري الذي بدأ يحتل مكانة كبيرة في الانتاج العالمي من الغاز الطبيعي .

ب- غاز الصخور الكتيمة : Tight Gas

وهو غاز طبيعي موجود في التكوينات الصخرية قليلة النفاذية .

ج- غاز طبقات الفحم الحجري : Coal-Bed Methane

وهو الغاز الذي يكون مصاحباً لطبقات الفحم الحجرية .

د- هيدرات الغاز Natural Gas Haydrates

ويتكون من الغاز الطبيعي المحبوس في طبقات الماء المتجمدة .

ثالثاً : اهمية الغاز الطبيعي :-

١- مصدر مهم في استهلاك الطاقة العالمي حيث ازدادت نسبة مساهمته مصدراً للطاقة من ١,٥% عام ١٩٠٠ إلى ١٢,٣% عام ١٩٥٢ وإلى حوالي ١٩,٤% عام ١٩٨٠ وإلى حوالي ٢١,٧% عام ١٩٩٠ ووصلت أقصاها عام ٢٠١٥ لتبلغ ٢٣,٨% ، كما ان هذه النسب تتزايد على مستوى الدول مقارنةً مع مصادر الطاقة الاخرى، اذ تبلغ في ترينيداد وتوباكو ٩١,٥%

وتركمانســـتان ٨٢,٨% وايران ٦٤,٤% والجزائر ٦٤,٢% والامارات العربية المتحدة ٥٩,٨% وروسيا الاتحادية ٥٢,٨% وفنزويلا ٣٨,٦% والولايات المتحدة ٣١,٢% .

٢- يشـــكل وقوداً ذا حرارة عالية حيث ان كل مترً مكعب واحد من الغاز الطبيعي يعطي ٧٠٠٠-١٠٥٠٠ سعرة حرارية .

٣- نظافة اسـتعماله بسـبب احتراقه التام مقارنةً مع البنزين والديزل ، ومن ثمَ لا يسـاعد على تلوث البيئة ، مما ساعد على تطور صناعة السيارات والشاحنات والحافلات التي تعمل بالغاز الطبيعي للحد من الانبعاثات. اذ يوجد (١٤٢) الف سيارة تعمل بالغاز الطبيعي على الطرق الأمريكية.

٤- ســـهولة اســـتعماله في الاغراض المنزلية (للتدفئة والتبريد والطهي) لانه لا يحتاج إلى عمليات معقدة ، فعلى سبيل المثال تجهز نسبة ٥١% من مجموع المنازل الامريكية بالغاز الطبيعي [١].

٥- استعماله على نطاق واسع في توليد الطاقة الكهربائية خاصة في المحطات الغازية ، فعلى سبيل المثال ٣٤٪ من استهلاك الغاز الطبيعي في الولايات المتحدة يستعمل لتوليد الكهرباء.

٦- استخدامه في الصناعة سواء مواد خام أو مصدر للحرارة ، اذ يستعمل كمادة أولية في صناعة الأسمدة، واللدائن، والمستحضرات الصيدلانية والأقمشة، كما انه يستخدم لتصنيع مجموعة واسعة من المواد الكيميائية مثل الأمونيا والميثانول، البوتان، الإيثان، البروبان، وحامض الخليك. ويســتعمل كذلك مصــدراً للحرارة في صــنع الزجاج والاســمنت والطابوق والســيراميك والورق والمنتجات الغذائية والبلاســتيك والبوليمرات، والمنســوجات والدهانات والأصــباغ ،وفي إنتاج الأسمدة.

٧- يستخدم كمادة أولية في الصناعات للأصباغ والحبر واسود الكاربون الذي يستخدم في صناعة اطارات العجلات في وسائط النقل كما يساهم الغاز الطبيعي كمادة أولية لإنتاج البروتينات وهي من اهم العناصر الغذائية في الطعام واحتوائها على الاحماض الأمينية اللازمة لنمو الجسم .

٨- ومن الاستخدامات الحديثة للغاز الطبيعي استخدامه كبديل للفحم الحجري وفحم الكوك في صناعة الحديد والصلب وكذلك يستخدم في اختزال خامات الحديد لتحويلها إلى صديد الأسفين وبذلك يحول الغاز الطبيعي إلى غاز الهيدروجين واستعماله في عملية اختزال خامات الحديد .

٩- يستعمل الغاز الطبيعي للإبقاء على الضغط في حقول النفط والمحافظة على الضخ الذاتي عن طريق اعادة ضخه إلى آبار النفط .

(1) http://www.api.org/oil-and-natural-gas/wells-to-consumer/exploration-and-production/natural-gas/natural-gas-uses

رابعاً : خزن الغاز الطبيعي ونقله :.

يتوفر الغاز الطبيعي في مناطق انتاجه وهي عادة تبعد عن مناطق استهلاكه ومن المفروض ان ينقل الغاز الطبيعي إلى اسواق استهلاكه وان يخزن الفائض .

١- خزن الغاز الطبيعي :.

يتعرض استهلاك الغاز الطبيعي لتغيرات حيث يزداد معدل استهلاكه في بعض الأوقات وينخفض في أوقات اخرى . ومن هنا ضرورة إيجاد وسيلة لتخزين الغاز. حيث ان استهلاك الغاز للأغراض المنزلية يتعرض لتغيرات مفاجئة وهذه التغيرات تحدث غالباً خلال فصل الشتاء أو في أثناء النهار أو خلال ايام الأحد والجمعة والعطلات . أما في فصل الصيف وفي أثناء الليل فإن استهلاك الغاز ينخفض لأدنى مستوى . ان تخزين الغاز الطبيعي ليس ضرورياً فقط لمواجة التغيرات التي تحدث في معدلات الاستهلاك فحسب بل هو ضرورة ايضاً وذلك بسبب ان قسماً غير قليل من الغاز الطبيعي يوجد في حقول النفط (مناجم الغاز الطبيعي المختلط) فيرتبط انتاج الغاز بإنتاج النفط وليس في حاله كهذه الوصول إلى تنظيم إنتاج الغاز كما هو الحال في مناجم الغاز غير المختلط .

ويتم خزن الغاز عادةً في :.

١ـــ صهاريج اسطوانية (افقية أو رأسية) أو كروية لها حجم ثابت أما الضغط فيكون متغيراً داخلها وتقدر كمية المواد المعدنية اللازمة لإ نشائها ٢٠ـــــ٢٨ كيلوغرام كل متر مكعب من الغاز في درجات الحرارة والضغط العادية في حين تبلغ ١١ـــ١٦ كيلو غرام من الصلب لكل متر مكعب من الغاز في الخزانات الكروية .

٢ـــ صهاريج ذات حجم متغير وضغط ثابت وهي مصممة لتخزين كميات كبيرة من الغاز تصل لغايه (١٠٠) ألف متر مكعب أو أكثر تحت ضغط منخفض . وتحتاج إلى ١١ـــ ٢٢ كغم من الصلب لغرض تخزين الغاز بنوعية الرطب والجاف.

٣ـ خطوط أنابيب الغاز ذات ضغط متغير التي يمكن تخزين كمية من الغاز المضغوط بداخلها ، وتقدر كمية الصلب اللازمة لإنشائها ٦-٨ كغم .

٤- خزانات خاصة لتخزين الغاز السائل ، اذ ان الغازات السائلة تحت التبريد الشديد لا يمكن تخزينها في الصهاريج العادية المصنوعة من الصلب لأنه تحت ظروف الحرارة المنخفضة فان قوة التصادم منخفضة كثيراً في حين تزداد درجة تقصفه (سرعة الانكسار) brittleness مما قد يؤدي إلى انهيار الخزان وحدوث اخطار جسيمة لذا يجب استعمال الصهاريج المصنوعة من النحاس أو البرونز أو الصلب المضاف اليه سبائك خاصة من النيكل .

٥- الخزانات الجوفية تحت الأرض التي تستعمل على نطاق واسع في الولايات المتحدة الأمريكية حيث يوجد ما يقارب من ٢٥٠ مستودعاً جوفياً وتتميز هذه الخزانات بكبر حجمها (٣) مليار متر مكعب وقلة تكاليفها فضلاً عن انها تتلاءم مع التغيرات السنوية التي تحدث في استهلاك الغاز، وهي تقلل من قيمة النقل والتوزيع وهي صالحة لتخزين الغازات السائلة فضلاً عن انها مستودعات استراتيجية لان موقعها يكون تحت الأرض وغير ظاهر ومعروف . ويمكن انشاء مثل هذه المستودعات في جهات عديدة وخاصة في الحقول البترولية أو الغازية التي استهلكت أو توقف انتاجها أو في المناطق المحتوية على مصائد جيولوجية أو حقول البترول المستهلكة التي تعمل بطريقة دفع الماء أو الدفع الهيدروليكي كذلك تنشأ في مناطق الشقوق أو الفجوات والكهوف الموجودة في باطن الأرض سواءأكانت طبيعية أم اصطناعية ، و يجب في هذه الخزانات الجوفية تكون مانعة للنفاذ حتى لا يتسرب منها الغاز . ويجب ان يكون الحجم الاجمالي للخزان الجوفي اكبر من حجم الغاز المطلوب تخزينه بحوالي ٤٠-١٠٠% لغرض امكان الاحتفاظ باحتياطي فيه لغرض البقاء على الضغط مرتفعاً في حالة سحب الغاز منه .

٢- نقل الغاز الطبيعي :-

ينقل الغاز الطبيعي من أماكن وحقول الانتاج إلى أماكن التوزيع والاستهلاك عن طريقين هما:

أولاً: النقل بواسطة الانابيب:-

يعد النقل بواسطة الانابيب احد أكثر وسائل النقل اقتصاداً للنفط والغاز ،وينقل الغاز بواسطة الانابيب تحت ضغط عالٍ حيث يندفع الغاز في الانابيب نتيجة الفرق في الضغط في بداية ونهاية خط الانابيب وهذا الفرق في الضغط يستعمل في اكتساب الغاز السرعة التي يتحرك بها في خط الانابيب ومن هنا ضرورة انشاء مجموعة من محطات الضغط للغاز على طول خطوط انابيب نقل الغاز . وتم بناء أول خط أنابيب نقل الغاز كان في كندا عام ١٨٥٣وبطول ٢٥ كيلو متر لينقل الغاز الطبيعي إلى ترويس ريفيرس، وكان أطول خط أنابيب في العالم في ذلك الوقت.

وعند مد خط الانابيب لنقل الغاز الطبيعي هناك مجموعة من الشروط يجب توافرها أهمها:-

١- يجب ان يكون مسار خط الانابيب اقصر ما يمكن لكي يمكن انشاء الخط بسرعة وبأقل تكاليف .

٢- مد خطوط الانابيب بموازاة الطرق البرية الموجودة في المنطقة أو بالعكس إذا اريد مد طريق بري فيفضل ان يكون بجوار خط الانابيب لكي تكون الصيانة سهلة .

٣- يفضل وضع الانابيب تحت الأرض بعمق (٣٠) بوصة (٧٥)سم وذلك لحمايتها من التأثيرات الحرارية وعوامل التلف الأخرى.

٤- لضمان تدفق الغاز الطبيعي من خلال أي خط أنابيب ولا يزال مضغوطا، فإن ذلك يتم من خلال محطات الضغط compressor stations، وعادة ما توضع على بعد تتراوح بين ٤٠ و ١٠٠ ميل على طول الأنبوب.

٥- تغطية انابيب النقل بطلاء متخصص لضمان عدم التآكل وحمايتها من الرطوبة والصدأ، وهناك عدد من تقنيات الطلاء المختلفة. في الماضي، كانت خطوط الأنابيب مغطاة بمادة المينا المتخصصة من قطران الفحم. وفي الوقت الحالي الأنابيب غالبا ما تكون محمية بما يعرف باسم الايبوكسي epoxyعند صهر وصناعة الانبوب ، الذي يعطي الأنبوب لون أزرق فاتح فضلاً عن استعمال الحماية الكاثودية cathodic protection وهي تقنية لتشغيل التيار الكهربائي من خلال الأنابيب لدرء التآكل والصدأ(١).

٦- يتطلب وضع عدد كبير من الصمامات valvesعلى طول خط الانبوب على مسافات كل ٥ الى ٢٠ ميلاً. هذه الصمامات تعمل مثل البوابات. وعادة ما تكون مفتوحة وتسمح للغاز الطبيعي بالتدفق بحرية، أو أنها يمكن أن تستعمل لوقف تدفق الغاز على طول جزء معين من الأنابيب. هناك العديد من الأسباب التي قد تجعل خط الأنابيب بحاجة إلى تقييد تدفق الغاز في مناطق معينة. على سبيل المثال، إذا كان مقطع من الأنابيب يتطلب استبدال أو صيانة، فإن صمامات هذا الجزء من الأنابيب يمكن أن تكون مغلقة للسماح للمهندسين وطاقم العمل وصول آمن.

٧- انشاء أنظمة مراقبة متطورة من خلال محطات التحكم المركزية لمراقبة الغاز الطبيعي وهو يتدفق عبر الانابيب ولضمان وصوله للمستهلكين بالكميات المطلوبة وفي الوقت المناسب .

٨- انشاء محطات القياس من خلال عدادات متخصصة لقياس الغاز الطبيعي في اثناء تدفقه .

٩- الخطوة الأخيرة في بناء خط الأنابيب هو الاختبار الهيدروستاتيكي. من خلال ضخ وضغط للمياه داخل الانبوب بضغط أعلى مما هو مطلوب لنقل الغاز الطبيعي، من خلال كامل طول الأنبوب. وهو اختبار لضمان أن خط الأنابيب قوي بما فيه الكفاية، وغياب أي تسرب من الشقوق، قبل أن يتم ضخ الغاز الطبيعي من خلال خط أنابيب .

ومن اهم خطوط الانابيب هي :-

اولاً : خطوط الانابيب البرية :

١-خط انبوب غاز يامال Yamal ينقل الغاز من روسيا الاتحادية الى دول أوروبا (بيلاروسيا ، بولندا ، المانيا) يبلغ طوله ٤١٠٧ كم ، بطاقة نقل (٣٣) مليار متر مكعب/سنوياً .

(1) - http://naturalgas.org/naturalgas/transport/

٢- خط انبوب البحر الابيض المتوسط (Transmed) Trans-Mediterranean لنقل الغاز من حقل حاسي الرمل في الجزائر الى شمال ايطاليا والى سلوفينيا عبر تونس وجزيرة صقلية ، ويبلغ طوله ٢٤٧٥كم ، وينقل هذا الخط (٣٠,٢) مليار متر مكعب/سنوياً .

٣- خط أنابيب غاز الصين من الغرب للشرق(WEP) West-East Gas Pipeline -China ، يمثل هذا الخط نظاماً متكاملاً لنقل الغاز من جميع انحاء الصين من الغرب للشرق ، ويتألف هذا النظام من ثلاثة خطوط يصل مجموع اطوالها (٢٢) الف كم وبطاقة (٧٧) مليار متر مكعب/سنوياً ، وهذه الخطوط هي :

أ-خط أنبوب لونان - شنغهاي ينقل هذا الخط الغاز من حقل غاز لونان في حوض تاريمTarim gas Bison في مقاطعة شينجيانغ في الغرب الصيني ومن آسيا الوسطى مثل تركمانستان باتجاه مدينة بايخة في شنغهاي شرق الصين ، ويمر الأنبوب بعشرة مقاطعات ، ويبلغ طول الانبوب ٤٣٨٠كم و بطاقة (١٧) مليار مترمكعب/سنوياً[1] .

ب- خط أنبوب الصين ـــ وسط آسيا يبلغ طول الانبوب ٨٨١٩كم ، له القدرة على نقل (٣٠) مليار متر كعب/سنوياً من الغاز من وسط آسيا (تركمانستان) من حقل غاز غالينيش Galkynysh gas field ، يمر الانبوب في ١٤ مقاطعة .

ج- خط أنبوب الصين ـــ وسط آسيا يبلغ طوله ٦٨٤٠كم ، وللانبوب قدرة نقل (٣٠) مليار متر مكعب/سنوياً .

ثانياً : خطوط الأنابيب البحرية : offshore pipelines

١- خط انبوب نورد ستريم Nord Stream (روسيا-أوروبا) وهو خط مزدوج قطره ٤٨ بوصة، يبلغ طوله ١٢٢٤ كم عبر بحر البلطيق من فيبورغ Vyborg في روسيا، إلى الساحل الألماني بالقرب من غرايفسفالد Greifswald لنقل الغاز الطبيعي الروسي إلى أوروبا. ويمكن هذا الخط من نقل (٥٥)مليار متر مكعب من الغاز سنويا. يتم توجيه الغاز إلى الشبكة الألمانية وغيرها من أسواق الطاقة الأوروبية بما في ذلك هولندا والدنمارك وفرنسا والمملكة المتحدة[2].

٢- خط أنبوب لانجيلد Langeled (النروج-انجلترا) يبلغ طوله ١١٦٦كم وقطره ٤٢ بوصة ، اذ ينقل الغاز الطبيعي من حقول أورمن لانج النرويجية Ormen Lange الى إيسينغتون

(1) - Overview of the West-East Gas Pipeline Project

(2) - http://www.offshore-technology.com/features/featureunderwater-arteries---the-worlds-longest-offshore-pipelines

Easingtonعلى الساحل الشرقي لإنجلترا بواقع (٢٦) مليار متر مكعب/سنوياً (٩٠٠)مليار قدم/مكعب، ويمتد الانبوب على عمق (٥) كم في قاع بحر الشمال(١).

٣- خط أنابيب فرانبيبي Franpipe (النروج ـــ فرنسا)يربط هذا الخط منصة غاز دروبنر النويجية Draupnerمع محطة استقبال في ميناء غرب دونكيرك Dunkerqueعلى الساحل الفرنسي يمتد هذا الخط ٨٤٠كم في بحر الشمال. ويبلغ قطره ٤٢ بوصة ، ولهذا الخط القدرة على نقل (٥٤)مليون متر مكعب من الغاز يوميا.

٤- خط أنابيب ياتشنغ Yacheng يمتد هذا الخط تحت سطح البحر على بعد ٧٨٠ كم من حقل غاز ياتشنغ الواقع على بعد ١٠٠ كم جنوب جزيرة هاينان فى بحر الصين الجنوبى وينقل الغاز الى منشأة ساحلية فى بلاك بوينت بالقرب من هونج كونج.

٥- خط أنابيب ناتونا الغربية West Natuna (الصين-سنغافورة) يبلغ طول هذا الخط ٦٥٤ كم وينقل الغاز من منطقة ناتونا الغربية في بحر الصين الجنوبي إلى بالاو ساكرا Palau Sakraعلى ساحل سنغافورة. ولهذا الخط قدرة على نقل (٧٠٠)مليون قدم مكعب من الغاز يومياً. وينقل خط الانابيب الغاز من حقول ناتونا وانوا وكاكاب وبيليدا وبونتال وتيمبانج وبلاناك فى منطقة غرب ناتونا الصينية(٢).

ثانياً : النقل بواسطة الناقلات :

لكي يتم نقل الغاز الطبيعي بواسطة الناقلات ينبغي اسالته أولاً بدرجة (-١٦٢) مئوية ولعل في هذا تكمن احدى صعوبات نقل الغاز بواسطة الناقلات حيث لا يمكن اسالة الغازات الا في درجات حرارة منخفضة فضلاً عن ان الغازات تختلف فيما بينها من حيث الدرجة الحرارية التي تتم عندها عملية التسييل ، حيث ان غاز الميثان الذي يشكل النسبة الكبرى من الغاز يحتاج عند تسييله إلى خفض درجة حرارته إلى ١٦٢ درجة مئوية تحت الصفر ، أما البروبان والبيوتان الذي يباع في اسطوانات للأغراض المنزلية فيمكن تسييله في درجات الحرارة العادية وهناك صعوبات اخرى تواجه عملية نقل الغاز الطبيعي بواسطة الناقلات ومنها :-

١- ضخامة التركيز للاستثمار المطلوب مثال ذلك ما يزيد على ١٠٠ مليون دولار لناقلة الغاز الطبيعي المسيل حمولتها ١٢٠ الف متر مكعب وهذا يعادل اكثر من ثلاثة امثال تكاليف ناقلة نفط لها قبل حمولتها .

---

(1) - http://www.industrytap.com/worlds-longest-under-water-gas-pipeline-1166km-giant-serpent/339

(2) - http://www.offshore-technology.com/features/featureunderwater-arteries---the-worlds-longest-offshore-pipelines

٢- التقنية المتقدمة لناقلات الغاز الطبيعي المسال .

٣- عدم المرونة في تشغيل الناقلات وتكامل النقل مع الحلقات المتممة للمشروع .

٤- كبر حجم الناقلات الخاصة بنقل الغاز المسال مقارنة مع ناقلات النفط للحمولة نفسها ، حيث يساوي حجم ناقلة الغاز المسيل ذات الحمولة ١٢٥ الف متراً مكعباً مع حجم ناقلة البترول ذات الحمولة ٣٠٠ الف طن .

٥- تشغيل الماكنات وعمليات التفريغ والتحميل تتسم بالآلية والتقنية العاليه وقد تتطلب عمليات صيانة أو اصلاح ماكينات التشغيل إلى مهندسين وفنيين متخصصين .

ان الصعوبات المذكورة هي المسؤولة عن قلة عدد الاساطيل التجارية لناقلات الغاز (١٧٧) ناقلة مقارنةً مع (٧٠٦٥) ناقلة للنفط كذلك صغر حجم الكميات المنقولة بواسطة ناقلات الغاز الطبيعي المسال البالغة في عام ٢٠١٥ بحدود (٣٣٨,٣) مليار متر مكعب وبنسبة ٣٢,٤% مقارنة مع النقل بواسطة الانابيب البالغة (٧٠٤,١) مليار متر مكعب وبنسبة ٦٧,٦% [١] .

العوامل التي ساهمت في نمو الطلب على الغاز الطبيعي:

يمكن تحديد أهم العوامل التي أدت الى النمو في الطلب على الغاز الطبيعي في مختلف انحاء العالم وهي[٢] :

١-تطور مشاريع مد شبكات الانابيب الناقلة للغاز المسال ، واهمها الذي يربط روسيا بأوروبا ومشروع الانبوب النرويجي(نورفرا NorFra) ومشروع الانبوب البريطاني (بريتش إنتركونيكتور British Interconnector) ومشروع انبوب الصين مع دول آسيا الوسطى وغيرها .

٢- اكمال انشاء المرافق الكبرى الخاصة بصناعة الغاز مثل محطات عزل الغاز المركزية ومحطات تسييل الغاز كما في الولايات المتحدة وكندا وروسيا الاتحادية وتركمانستان وقطر والجزائر وسلطنة عمان والامارات واستراليا ونيجيريا .

٣- زيادة وتوسع في الطلب في الاسواق الاقليمية الجديدة للغاز نتيجة التنمية الاقتصادية المتسارعة في بعض الدول النامية لاسيما في الصين والهند وتركيا والبرازيل ، اذ إنَ ضغوط السوق الناشئة من الغاز الطبيعي في هذه الدول تكون قوية بوجود الهدف الرئيس لتنويع مصادر الوقود من جانب ، وتشعر الدول النامية الكبرى المستعملة للفحم مثل الصين بضغوط كبيرة للتحول الى الغاز من اجل تخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري .

---

(1) – BP Statistical Review of World Energy June 2016. P28

(٢) – تيمثي كونسيدين ، آدم روز ،الدور المستقبلي للغاز الطبيعي في سوق الطاقة العالمية :نظرة كلية عامة ، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية ، الطبعة الأولى ، ٢٠٠٤ ، ص ٢٩-٣٢.

٤- تحرير التشريعات الخاصة بأسعار الغاز ومنح التسهيلات للشركات الاستثمارية خاصة في حقول الغاز البحرية والتي تتصف بموقع جغرافي متطرف ، والتعديلات التنظيمية والتشريعية المتعلقة بشركات انابيب نقل الغاز لاسيما في الولايات المتحدة وأوروبا.

٥-الضغوط التنافسية بين شركات صناعة ونقل وتسويق وتصدير الغاز أسهمت في انخفاض الاسعار وزيادة الطلب على الغاز .

٦- أسهمت التشريعات البيئية في الدول الصناعية في زيادة الطلب على الغاز ، اذ ركزت هذه التشريعات في المرحلة الاولى على تخفيض ملوثات الهواء العادية ، مثل الجزيئات وثاني اوكسيد الكاربون ، وتشمل المرحلة الثانية بتخفيض انبعاث غازات الاحتباس الحراري ، حيث وقعت ٣٨ دولة صناعية عام ١٩٩٧ ملزمة نفسها بأهداف ومواعيد لتخفيض استهلاك الوقود الاحفوري لاسيما الفحم .

٧- قلة مساهمته في التلوث البيئي اذ يطلق بنحو ٦٠% فقط من الكربون لكل وحدة حرارية بريطانية (BTU) مقارنة مع الفحم و٧٠% مقارنة مع النفط ، لذلك يعد بديلاً اساسياً للحد من غازات الدفيئة الجوية .

٨-تعد مشكلة تسرب الوقود في الوسط البيئي لاسيما النفط من أكبر التحديات التي تواجه عمليات نقل النفط سواء على اليابسة أو عبر البحار والمحيطات على عكس الغاز الذي يعد التسرب من الانابيب في حدوده الدنيا ، وأي جهد اضافي لتخفيض التسرب سيكون منخفض التكلفة نسبياً.

٩- التطورات الفنية في صناعة التوربينات الغازية التي تعد ذات أهمية كبيرة في توليد الطاقة الكهربائية في الوقت الحاضر وخلال المستقبل ، فالكثير من محطات الطاقة العاملة بالفحم سينتهي أجلها وتتوقف عن العمل خلال المستقبل وسيكون لتوربينات الغاز أفضلية كبيرة عند التفكير في اقامة محطات جديدة ، كما تتصف خلايا الوقود في التوربينات الغازية التي تعتمد غاز الميثان بتوفير بين ٥٠-٦٠% من كفاءة تحويل الطاقة ، بل يمكن تحسينها الى ٨٠% مع استرداد الحرارة المهدورة ، ومن ثمَ تكون الغازات المنبعثة المسببة للتلوث تكون منخفضة بشكل كبير ، مما يزيد من نمو الطلب على الغاز الطبيعي .

١٠-في اجزاء كثيرة من العالم يكاد يكون انتاج الغاز الطبيعي بكميات كبيرة لا يكلف شيئاً لا سيما منطقة الشرق الأوسط ، أي أن الكثير من الانتاج النفطي الذي يكون على شكل رواسب نفطية يصاحبه الغاز الطبيعي ، الذي يخرج الى السطح من تكلفة إضافية .

خامساً : احتياطي الغاز الطبيعي :

تطور احتياطي الغاز في العالم من (٧١,٦) ترليون م^{٣} في عام ١٩٨٠ ليرتفع الى (١٠٩,٤) ترليون م^{٣} عام ١٩٩٠ ثم تطور في عام ٢٠٠٠ ليبلغ (١٣٩,٣) ترليون م^{٣} ، وبلغت في عام ٢٠١٠

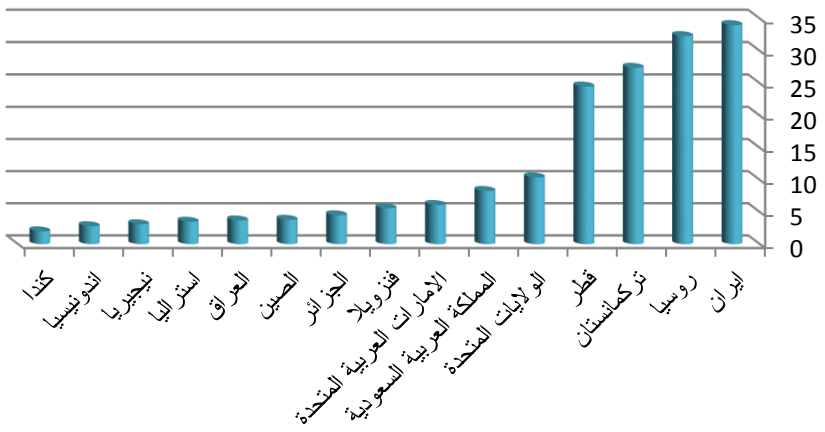
(١٧٦,٢) ترليون م^{٣} ،ثم بلغت اقصـــاها في عام ٢٠١٥ (١٩٦,٨) ترليون م^{٣} ، ويتركز ٦٠% من احتياطي العالم في اربع دول ، إذ تتصـــدر ايران المرتبة الاولى كما يتبين من الجدول (١٨) والشـــكل (٢٧) من احتياطي الغاز العالمي البالغ (٣٤) ترليون م٣ وبنسبة ١٧,٢% ، تليها في المرتبة الثانية روســـيا الاتحادية (٣٢,٣) ترليون م^{٣} بنســـبة ١٦,٤% ، ثم تأتي تركمانســـتان في المرتبة الثالثة (٢٧,٤) ترليون م^{٣} بنسبة ١٣,٩% ، وتحتل قطر المرتبة الرابعة (٢٤,٥) ترليون م^{٣} نسبة ١٢,٤% ، كما ينتشـــر بحدود ثلث احتياطي العالم وبنســـبة ٢١,٥% في ســـبعة دول وهي الولايات المتحدة والعربية السعودية والامارات وفنزويلا والجزائر والصين والعراق وبنسب بلغت ٥,٢% و ٤,٢% و ٣% و ٢,٨% و ٢,٢% و ١,٩% و ١,٨% من اجمالي الاحتياطي العالمي وعلى التوالي .

جدول (١٨) التوزيع الجغرافي لاحتياطي الغاز الطبيعي (ترليون م^{٣}) في العالم لعام ٢٠١٥

الدولة	2015	الدولة	2015	الدولة	2015
ايران	34	الجماهرية الليبية	1.5	سوريا	0.3
روسيا	32.3	الهند	1.5	اليمن	0.3
تركمانستان	27.4	ماليزيا	1.2	بورينيو	0.3
قطر	24.5	اذربيجان	1.1	المملكة المتحدة	0.2
الولايات المتحدة	10.4	اوزبكستان	1.1	البحرين	0.2
المملكة العربية السعودية	8.3	كازاخستان	0.9	الكيان	0.2
الامارات العربية المتحدة	6.1	هولندا	0.7	بنجلادش	0.2
فنزويلا	5.6	عمان	0.7	تايلاند	0.2
الجزائر	4.5	اوكرانيا	0.6	كولومبيا	0.1
الصين	3.8	فيتنام	0.6	بولندا	0.1
العراق	3.7	ماينمار	0.5	رومانيا	0.1
استراليا	3.5	باكستان	0.5	بابوا (غيانا الجديدة)	0.1
نيجيريا	3.1	البرازيل	0.4	ايطاليا	0.04
اندونيسيا	2.8	بيرو	0.4	الدنمارك	0.03
كندا	2	المكسيك	0.3	المانيا	0.03
النروج	1.9	الارجنتين	0.3	اخرى لم تذكر	1.7
الكويت	1.8	بوليفيا	0.3	اجمالي العالم	196.8
مصر	1.8	ترينداد و توباكو	0.3		

BP Statistical Review of World Energy June 2016

شكل (٢٧) اكبر خمسة عشر دول العالم باحتياطي الغاز الطبيعي(ترليون م٣) في عام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (١٨) .

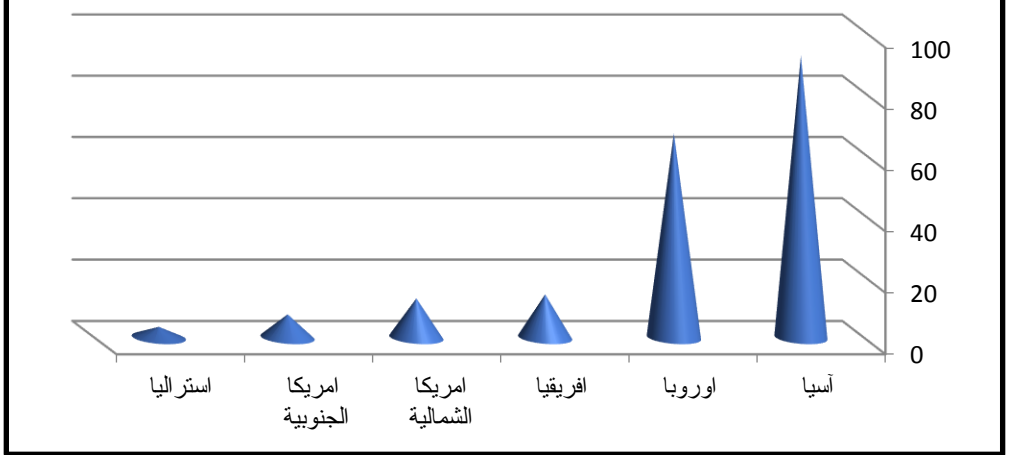
وفيما يتعلق بتوزيع احتياطيات الغاز الطبيعي بحسب قارات العالم يلاحظ من الجدول (١٩) والشكل (٢٨) انه يتركز ٤٦,٧% في قارة آسيا ، وتأتي أهمية دول الخليج العربي لانها تستحوذ على نصف الاحتياطي الآسيوي من الغاز وبنسبة ٤٩,٨% كما تستحوذ على بنسبة ٢٣,١% من الاحتياطي العالمي ، وتحتل قارة أوروبا المركز الثاني بنسبة ٣٣,٨% ، وتتصدر روسيا الاتحادية اجمالي الاحتياطي في قارة اوروبا بنسبة ٤٨,٤% تليها تركمانستان بنسبة ٤١% ثم النروج بنسبة ٢,٨% ، وتحتل قارة أفريقيا بالمركز الثالث بنسبة ٧,١% ، تسيطر الجزائر على نسبة ٣٢% من احتياطي الغاز الافريقي ، تليها نيجيريا في المرتبة الثانية بنسبة ٢٢% ، ثم تأتي بعدها كل من مصر وليبيا بنسب ١٢,٧% و ١٠,٦% وعلى التوالي ، وتأتي قارة أمريكا الشمالية في المرتبة الرابعة وبنسبة ٦,٥% وتسيطر الولايات المتحدة على ٨١,٢% من مجموع احتياطي القارة ، تليها كندا والمكسيك بنسبة ١٥,٦% و ٢,٣% على التوالي ، وتحتل قارة أمريكا الجنوبية المرتبة الخامسة بنسبة ٣,٨% ، تتصدر فنزويلا احتياطي القارة بنسبة ٧٣,٦% ، وأخيراً تأتي قارة أستراليا بنسبة ١,٧% .

جدول (١٩) تباين احتياطي الغاز الطبيعي بين قارات العالم في عام ٢٠١٥

القارة	الاحتياطي (تريليون م٣)	%
آسيا	92.1	46.7
اوروبا	66.7	33.8
افريقيا	14.1	7.1
امريكا الشمالية	12.8	6.5
امريكا الجنوبية	7.6	3.8
استراليا	3.5	1.7
المجموع	196.8	100

BP Statistical Review of World Energy June 2016

شكل (٢٨) تباين احتياطي الغاز الطبيعي (تريليون م٣)بحسب قارات العالم في عام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (١٩) .

سادساً : انتاج الغاز الطبيعي :

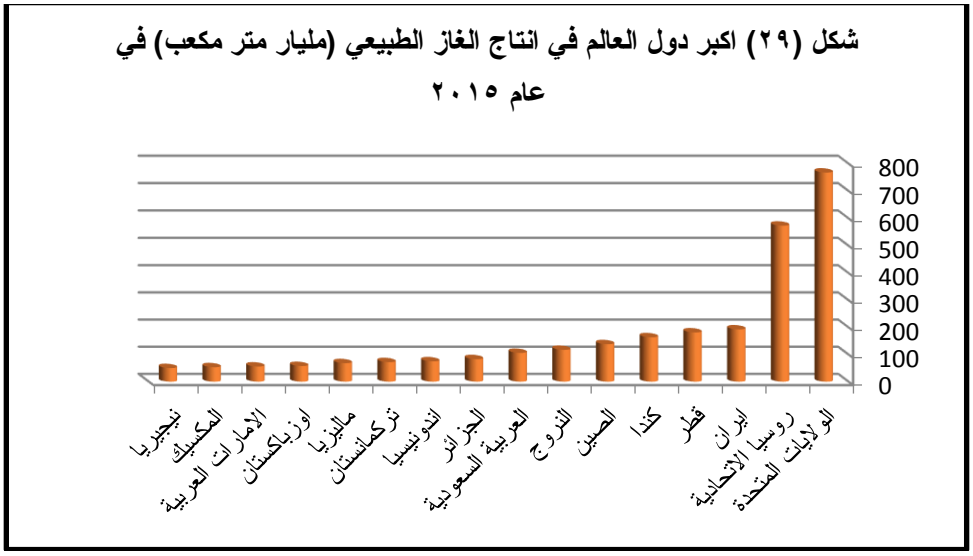
بلغ انتاج العالم من الغاز الطبيعي في عام ٢٠١٥ (٣٥٣٨,٦) مليار متر مكعب ، ويبين من الجدول (٢٠)والشكل (٢٩) انه يتركز أكثر من نصف الانتاج بنسبة ٥٣% من الانتاج العالمي في خمسة دول (الولايات المتحدة و روسيا الاتحادية وايران وقطر وكندا) اذ تتصدر الولايات المتحدة المرتبة الاولى بنسبة ٢١,٧% تليها روسيا الاتحادية بنسبة ١٦,٢% ثم تأتي ايران بالمرتبة الثالثة بنسبة ٥,٤% وقطر في المرتبة الرابعة بنسبة ٥,١% وفي المرتبة الخامسة كندا بنسبة ٤,٦% .

جدول (٢٠) اكبر دول العالم في انتاج الغاز الطبيعي (مليار متر مكعب) في عام ٢٠١٥

الدولة	الانتاج	%
الولايات المتحدة	767.3	21.7
روسيا الاتحادية	573.3	16.2
ايران	192.5	5.4
قطر	181.4	5.1
كندا	163.5	4.6
الصين	138	3.9
النروج	117.2	3.3
العربية السعودية	106	3
الجزائر	83	2.3
اندونيسيا	75	2.1
تركمانستان	72	2
ماليزيا	68.2	1.9
اوزباكستان	57.7	1.6
الامارات العربية	55.8	1.5
المكسيك	53.2	1.5
نيجيريا	50.1	1.4
اخرى لم تذكر	2284.9	64.5
اجمالي العالم	3538.6	100

BP Statistical Review of World Energy June 2016, p 22

شكل (٢٩) اكبر دول العالم في انتاج الغاز الطبيعي (مليار متر مكعب) في عام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (٢٠) .

ويبلغ انتاج الدول العربية من الغاز الطبيعي (٥٦٦,٨) مليار متر مكعب ويمثل نسبة ١٦% من الانتاج العالمي ، تتصدر قطر البلدان العربية في انتاج الغاز الطبيعي ٣٢% ، ثم تليها العربية السعودية بنسبة ١٨,٧% وتأتي الجزائر في المرتبة الثالثة بنسبة ١٤,٦% وبعدها تأتي الامارات العربية بنسبة ٩,٨% ثم تليها مصر في المرتبة الخامسة بنسبة ٨% .

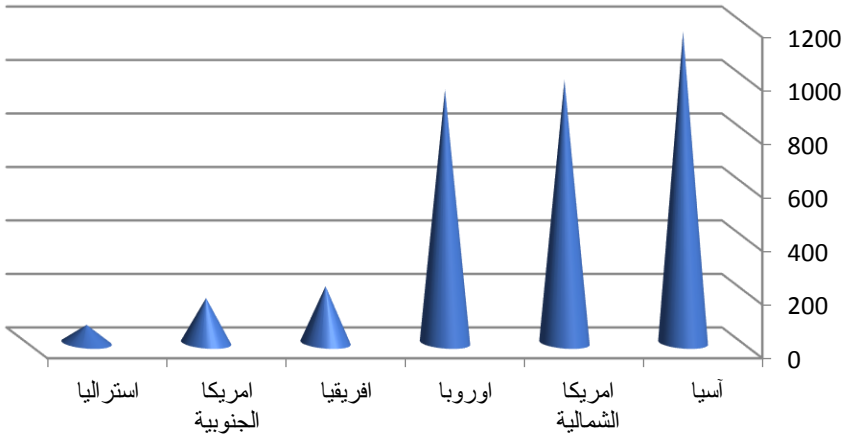
اما على مستوى قارات العالم كما يتبين من الجدول (٢١) والشكل (٣٠) تعد قارة آسيا اكبر منتج للغاز الطبيعي بنسبة ٣٣% وتليها قارة امريكا الشمالية بنسبة ٢٧,٨% ثم اوروبا بنسبة ٢٦,٧% وتأتي قارة افريقيا في المرتبة الرابعة بنسبة ٦% وأخيراً قارتي امريكا الجنوبية وأستراليا وبنسب ٤,٧% و ١,٨% على التوالي .

جدول (٢١) تباين انتاج الغاز الطبيعي بين قارات العالم في عام ٢٠١٥

القارة	الانتاج مليار م٣	%
آسيا	1164.5	33
امريكا الشمالية	984	27.8
اوروبا	947.4	26.7
افريقيا	211.8	6
امريكا الجنوبية	167.5	4.7
استراليا	67.1	1.8
المجموع الكلي	3538,6	100

BP Statistical Review of World Energy June 2016, p 22

شكل (٣٠) انتاج الغاز الطبيعي في العالم (مليار متر مكعب) بحسب قارات العالم
في عام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (٢١)

سابعاً : التوزيع الجغرافي لمناطق إنتاج الغاز الطبيعي :

١- روسيا الاتحادية:

تملك روســـيا ثاني أكبر احتياطيات الغاز الطبيعي في العالم، وتقع معظم هذه الاحتياطيات في ســيبيريا في حقول يامبورغ Yamburg وأورنغوي Urengoy، وميدفيشــاي Medvezh'ye التي تحوي نسبة ٤٥% من إجمالي احتياطيات روسيا الاتحادية .

اهم حقول الغاز في روسيا الاتحادية هي :

أ - حقول غاز غرب روسيا : West Siberian gas fields

تقع نسـبة ٤٥% من احتياطيات الغاز في روسـيا الاتحادية في حقول سـيبيريا الغربية ، ويوجد في هذه المنطقة ثلاثة حقول عملاقة تسهم بنسبة ٩٠% من اجمالي انتاج روسيا ، وهذه الحقول هي أورنجوي Urengoy و يامبورغ Yamburg ، وميدفيشاي Medvezh'ye.

١- حقل أورنجوي : Urengoy:

وهو أكبر حقل في روسيا وثاني أكبر حقل للغاز الطبيعي في العالم بعد حقل بارس الجنوبي في ايران.

٢- حقل غاز يامبورغ Yamburg :

هو ثالث أكبر حقل للغاز الطبيعي في العالم ، وقد تم اكتشـــافه في عام ١٩٦٩ ، وبدأ تطوير الحقل عام ١٩٨٠، في حين بدأ الإنتاج في عام ١٩٨٦. يقدر إجمالي الاحتياطي (٨,٢) تريليون متر مكعب، ومعظمها من صـــخور المكمن الطباشـــيري العلوي ، تتراوح الاعماق للحقل بين (١٢١٠-١٠٠٠) متر، ويمتد الحقل على مســـــاحة ١٧٠ كيلومتر طولاً و٥٠ كيلومتر عرضاً.

٣- حقل ميدفيشاي : Medvezh'ye

ب - حقول شبه جزيرة يامال : Yamal Peninsula

تقع شبه جزيرة يامال في شمال سيبيريا ، تبلغ احتياطيات الغاز الطبيعي فيها (٣٠٠) تريليون قدم مكعب، وهو ضـــعف احتياطيات الولايات المتحدة ، ويتم اســـتخراج وانتاج الغاز في حقول شـــبه جزيرة يامال من تحت سطح الجليد[١].

ج- حقول جزيرة سخالين : Sakhalin Island

تقع شبه جزيرة سخالين في أقصى شرق روسيا ، تحتوي هذه الجزيرة كميات كبيرة من الغاز الطبيعي تقدر بـــ (٢٠٠) ترليون قدم مكعب، وقد شجع التنمية في هذه الجزيرة واستثمار الغاز فيها نتيجة الاحتياطيات الكبيرة أولاً والقرب من الأسواق الكبيرة في اليابان والصين وكوريا الجنوبية ثانياً . إذ لا تبعد الاسواق اليابانية عن هذه الجزيرة سوى بضعة أيام لوصول ناقلة الغاز، وهي أقرب بكثير من منطقة الشرق الأوسط ، ويتم تصديرالغاز عبر المرفأ النفطي دي كاستري ،وبدأ مشروع حقول سخالين ٢ المنتجة للغاز الطبيعي في عام ٢٠٠٩ ويوجد ثلاثة حقول الغاز مهمة في جزيرة سخالين هي (أودويتو Oduptu و شـــايفو Chayvo و آركوتين داغي Arkutun-Dagi) .انظر خارطة (١٧).

(1)http://factsanddetails.com/russia/Education_Health_Transportation_Energy/sub9_6c/entry-5151.html Russia Oil- And Natural Gas-Producing Regions .

خارطة (١٧) التوزيع الجغرافي لحقول الغاز في روسيا الاتحادية لعام ٢٠١٥

د – حقل ايركوتيسك : Irkutsk

يقع الحقل في ايركوتيســـك Irkutsk province في منطقة ماركوفو Markovo بالقرب من نهر لينا ، اكتشف عام ١٩٨٧ ، وأهم الحقول الغازية فيه هو حقل كيفوكتنسكوي يحتوي احتياطي من الغاز يقدر بين (٨٠٠–٦٠٠) مليار متر مكعب ، وقد تم حفر نحو ٣٠ بئراً غازاياً في هذا الحقل ، وتأتي اهمية هذا الحقل من خلال تصدير انتاجه الى الصين [١].

(1)– http://oilprice.com/Energy/Energy-General/China-Russia-and-East-Siberian-Natural-Gas.html

المشاكل التي تواجه حقول الغاز في روسيا الاتحادية :

١- تقع بعض حقول الغاز في مناطق تحت خط الجليد الدائم كما هو في حقل بوفانينكو Bovanenko في شـــبه جزيرة يامال ، كما تقع حقول شـــتوكمان Shtockman في نهايات بحر بارنتس المتجمد ، مما يضطر الروس استعمال كاسحات الجليد واستعمال مفاعل نووي عائم لتشغيل منصات الإنتاج(١).

٢تتأثر الحقول الغازية قبالة سواحل جزيرة سخالين بالثلج والضباب وانجراف الجليد، والزلازل و التسونامي .

٣- يتطلب تطوير الحقول ذات المواقع المتطرفة كما في حقول ســـخالين توفير أحدث التقنيات وتطوير البنى التحتية وانشـاء خط سكك للحديد وانشـاء المطارات ، مما يتطلب كميات كبيرة من رأس المال ،لذلك تحولت روسـيا إلى المسـتثمرين الأجانب لتطوير هذه الحقول التي بلغ اسـتثمارها عام ٢٠٠١ بحدود (٢٢) مليار دولاراً.

٤- تتصف القوانين البيئية في روسيا أنها أكثر تراخياً وتسامحاً عكس القوانين الامريكية والاوروبية مما اجتذبت بعض الشـركات الأمريكية والأوروبية إلى اسـتثمار حقول الغاز لاسـيما في حقول غاز سـخالين ، إذ مكن بذلك للشـركات تفريغ السـموم في اطيان الحفر، واسـتعمال ناقلات في الممرات المائية المسـدودة بالجليد، الحفر في المياه المليئة بالأسماك، ومن أكبر المخاوف البيئية في جزيرة سخالين هو الحيتان الرمادية التي تعيش في شمال شرق الجزيرة ، إذ يتغذى حوالي ١٠٠ من هذه الحيتان خلال فصل الصيف قبالة جزيرة سخالين، بالقرب من مكان شركات الطاقة الأجنبية الكبيرة والتنقيب عن النفط والغاز. وهناك مخاوف من أن الحيتان قد تتضـرر من الاصـطدام مع القوارب أو تلوث مناطق التغذية من خلال تسـرب الغاز أو اسـتعمال المتفجرات في اختبار الزلزالي مما يزعج تلك الحيتان ويتم طردها من المنطقة.

٢- ايـــران

أ- حقل غاز بارس الجنوبي : South Pars gas field

يعد حقل غاز بارس الجنوبي واحداً من أكبر مكامن الغاز في العالم ، ويقع بين الحدود الإقليمية بين إيران ودولة قطر في الخليج العربي ، يغطي مســـاحة قدرها (٩٧٠٠)كم٢ ،منها (٣٧٠٠) كم٢ في إيران ،ويحتوي الجزء الإيراني احتياطيات تقدر بـــ (١٤) ترليون م٣من احتياطيات الغاز يمثل ما يقرب من ٤١% من احتياطيات ايران ويمثل نســـبة ٧،٥% من مجموع احتياطي العالم (٢) . يبلغ معدل الإنتاج (٧٩٠)مليون م٣ من الغاز يومياً ، ويتم نقل الانتاج الى مسافة ٢٧٠ كم باتجاه جنوب شرق بوشهر الى مينائي آسلييه Asalouyeh و تومباك Tombak .

(1) - http://www.321energy.com/editorials/mearns/mearns121307.html
(2) http://www.pogc.ir/Default.aspx?tabid=136

ب – حقل غاز بارس الشمالي :North Pars Gas Field

يقع الحقل في مياه الخليج العربي على مسافة (١٢٠) كم قبالة الشاطئ الجنوبي الشرقي من محافظة بوشهر ، ويقع على بعد ٨٥ كم شمال حقل غاز بارس الجنوبي العملاق في الخليج العربي ، ويحتوي على (٨٠) تريليون قدم مكعب من الغاز الطبيعي [١]ويحتوي كذلك (٥٧,١) ترليون قدم مكعب من الغاز الحامضي [٢].يغطي الحقل مساحة قدرها (٢٥)كيلومتر مربع .

ج – حقل كيش الغازي : Kish gas field

يقع الحقل على بعد ٧ كم من جنوب غرب جزيرة كيش التي تبعد ١٥ كيلومتر إلى الجنوب من الخط الساحلي في الخليج العربي لإيران ، اكتشف الحقل في عام ٢٠٠٦ ، ويبلغ احتياطيه (٦٦) ترليون قدم مكعب من الغاز ، وبذلك يصنف بأكبر خامس حقل بحري للغاز في العالم ، يصل انتاج الحقل (٤) ملايين برميل من المكثفات و (٩) مليار متر مكعب من الغاز الطبيعي سنويا[٣] ، يمتد الحقل بمسافة (٣٢) كم طولاً وعرض (٢٢) كم ، وتتراوح اعماق مكامن الغاز بين (٤٣٠٠-٣٨٠٠) متر[٤].

د – حقول غاز جولشان : Golshan gas field

يقع على بعد ١٨٠كم جنوب شرق مدينة بوشهر وبين حقول بارس الشمالي وبارس الجنوبي ، ويقع الحقل في مياه الخليج العربي الضحلة على بعد ٦٥كم من الساحل الايراني وعلى اعماق (٧٠-٨٠)متراً، وتقدر احتياطيات الغاز بين (٤٢-٥٦) ترليون قدم مكعب وبلغ مجموع الآبار المنتجة للغاز (٢٢) بئراً[٥] .انظر خارطة (١٨) .

(1) http://www.energy-pedia.com/news/iran/nooc-agrees-to-develop-north-pars-gas-field

(2) https://www.euro-petrole.com/iran-to-introduce-3-gas-fields-for-investment-in-london-conference-n-i-11870

(3) - http://www.presstv.com/Detail/2015/07/07/419207/iran-gas-field-kish-island-Bijan-Zanganeh-Eshaq-Jahangiri

(4)- http://www.nioc.ir/portal/Home/ShowPage.aspx?Object

(5)- http://www.oilgas.ir/Golshan_Gas_Field_Iran.htm

خارطة (١٨) التوزيع الجغرافي لحقول الغاز الطبيعي في ايران لعام ٢٠١٥

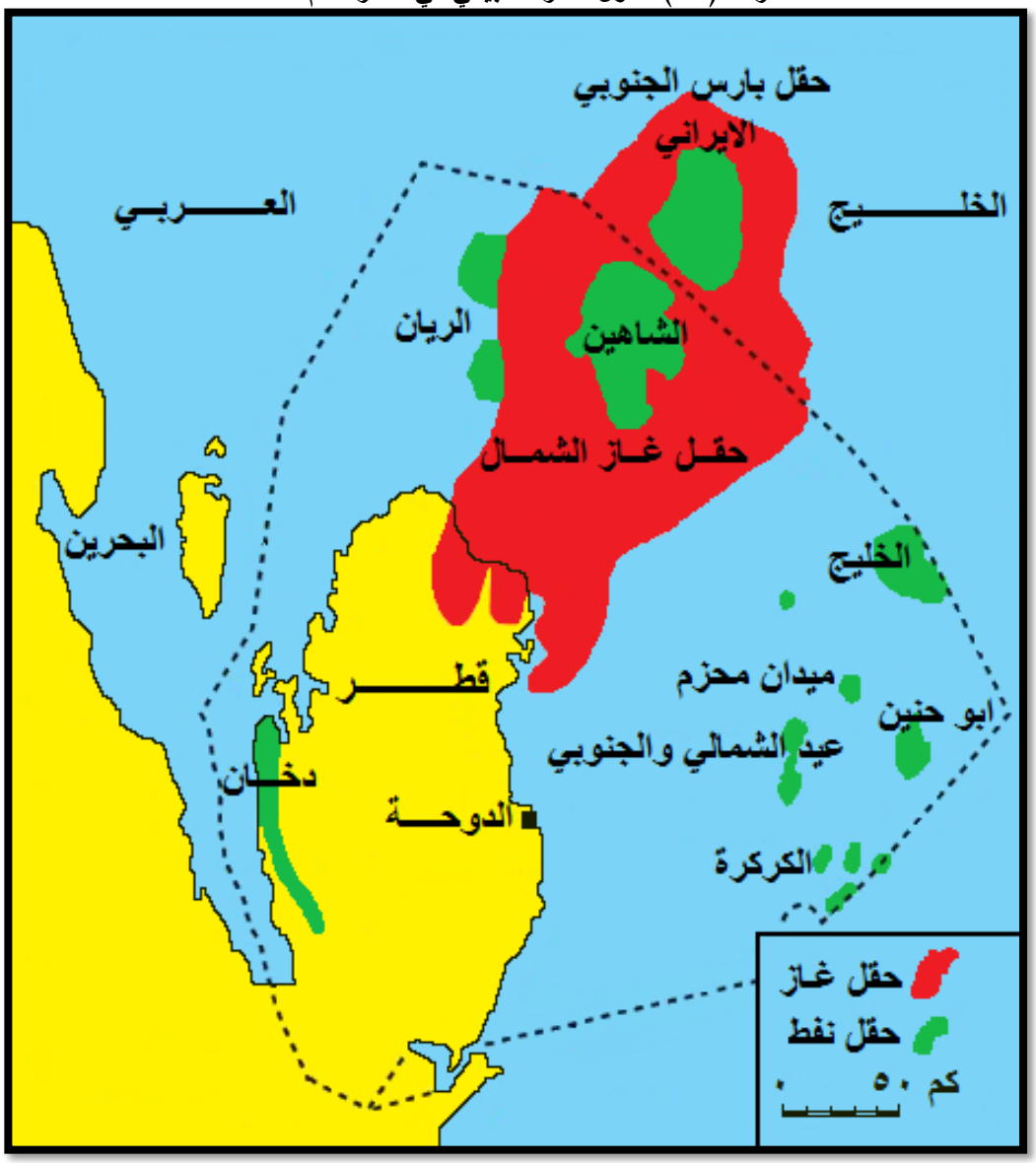
٣ - قطـر

يســـاهم الغاز في قطر بجزء كبير من إمدادات العالم من الغاز الطبيعي ، بلغ مجموع احتياطياته في عام ٢٠١٥ (٢٤,٥) ترليون م^{٣} وبذلك تحتل قطر المرتبة الثالثة عالمياً بعد ايران وروسـيا ، وتقع معظم احتياطيات الغاز الطبيعي القطري كما في الخارطة (١٩) في حقل الشمال البحري العملاق او ما يسمى بحقل قبة الشمال **offshore North gas field** الذي اكتشف عام ١٩٧١، يمتد هذا الحقل على مساحة (٩٦٠٠) كم^{٢} وهي تعادل مساحة قطر ، يقع منها ٦٢% في المياه الاقليمية القطرية في حين ٣٨% من مســـاحته تقع ضـــمن المياه الاقليمية الايرانية ، ويحتوي هذا الحقل على (٥٠,٩٧) ترليون م^{٣} من الغاز وعلى (٥٠) مليار برميلاً من مكثفات الغاز[١] . وتســاهم قطر بنســبة ٣١% من اجمالي امدادات العالم من الغاز المسال (GTL) [٢] .

(1) - http://www.reuters.com/article/us-northfield-qatar-idUSTRE66P1VV20100726

(2) - http://text-to-speech.imtranslator.net/speech.asp

خارطة (١٩) حقول الغاز الطبيعي في قطر لعام ٢٠١٥



٤- تركمانستان

تعد تركمانستان من اكبر الدول في وسط آسيا وبحر قزوين بإمتلاكها لمصادر الطاقة ، كما تعد من أكبر مصـــدري الغاز الطبيعي إلى الصـــين وإيران وروســـيا وبعض دول أوروبا عبر بحر قزوين وأذربيجان وتركيا وافغانســـتان والهند وباكســـتان ، وتمتلك بحدود (١٨٠) تكويناً نفطياً وغازياً تحتوي (٢٧,٤) ترليون متر مكعب من احتياطيات الغاز الطبيعي المؤكدة، وتمثل نســـبة ١٣,٩٪ من

الاحتياطيات العالمية ،وتتركز احتياطيات الغاز في تركمانستان في الحقول العملاقة خاصة في حوض أمو داريا .

أهم حقول الغاز في تركمانستان :

أ – حقل غاز جالكينيش : Galkynysh

يقع في مدينة يولتان yolotan على بعد ٤٠٠ كم جنوب شرق العاصمة عشق أباد بالقرب من الحدود الأفغانية ،اكتشف الحقل عام ٢٠٠٦ ، ويعد من أكبر الحقول في العالم إذ يحتوي احتياطيات من الغاز بحدود (١٣,١) ترليون متر مكعب [١] ، وتبلغ كميات الانتاج فيه (٧٦) مليار متراً مكعباً من الغاز سنويا ، ويصدر من هذا الحقل (٤٥) مليار متراً مكعباً الى دول اوروبا و دول آسيا [٢].

ب – حقل غاز مينارا : Minara

يقع في شرق تركمانستان على بعد ٩٠ كيلومترا من مدينة يولتان Yolotan ، يحتل المرتبة الثانية في تركمانستان باحتياطي يبلغ (١٤) ترليون متر مكعب وينتج (٤,٣) مليون متر مكعب يومياً ، توجد احتياطياته على اعماق (٤٠٣٠) متراً ، ويمتد الحقل على مساحة ٩٠ كم طولاً و ٣٠ كم طولاً[٣] .

ج – حقل غازجنوب بحر قزوين:southern part of the Caspian Sea

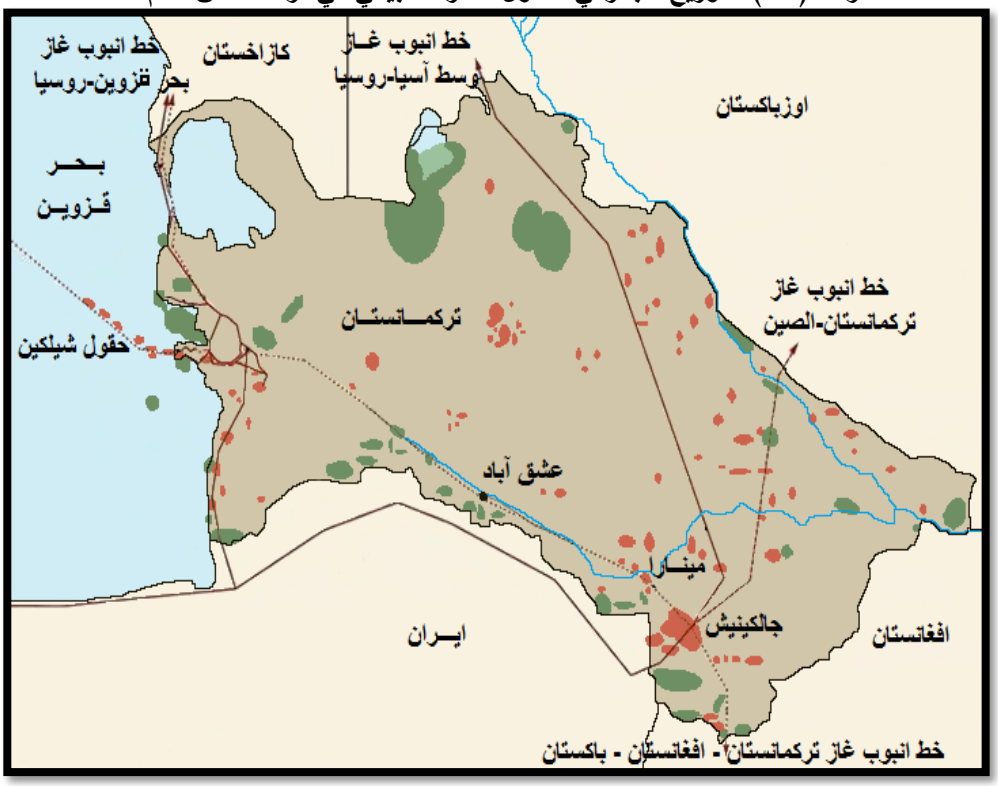
يقدر اجمالي احتياطيات الغاز في بحر قزوين ٢٩٢ تريليون قدم مكعب سواء الاحتياطيات المؤكدة والمحتملة ، تمثل الحقول البحرية ٣٦٪ من الغاز الطبيعي (١٠٦ تريليون قدم مكعب). انظر خارطة (٢٠) .

(1) – Turkmenistan reveals gas production figures for Galkynysh field http://www.azernews.az/region/92128.html

(2) – Turkmenistan may expand Galkynysh gas field development http://en.trend.az/business/economy/2461806.html

(3) Turkmenistan: Turkmengeologia discovers new large gas reserves in Minara field http://www.energy-pedia.com

خارطة (٢٠) التوزيع الجغرافي لحقول الغاز الطبيعي في تركمانستان لعام ٢٠١٥



٥ – الولايات المتحدة الامريكية :

اكتشف الغاز لأول مرة في العالم في الولايات المتحدة عام ١٨٨٧ في حقل غاز فورت سمث Fort Smith ، ارتفع إنتاج الغاز الطبيعي في الفترة الاخيرة لاسيما بعد عام ٢٠٠٨ نتيجة تطوير تقنيات التكسير الهيدروليكي أو التكسير والحفر الأفقي مما أسهم في استثمار احتياطيات الغاز الصخري الضخمة . واهم مناطق انتاج الغاز في الولايات المتحدة كما في الخارطة (٢١) هي :

أ – حقل غاز مارسيلوس: Marcellus natural gas field

يقع في شرق الولايات المتحدة في حوض الابلاش ، ويمتد في ثلاثة ولايات (بنسلفانيا واوهايو وفرجينيا الغربية) على مساحة ١٠٤٠٠٠ ميل مربع ، وتظهر أهمية الحقل لانه يعد اكبر حقل في الولايات المتحدة ويزود اسواق الولايات المطلة على الساحل الشرقي ، ويبلغ معدل الانتاج السنوي فيه (٢,٨٣٦) ترليون قدم مكعب ، وتعد مقاطعة ماسون Mason County في ولاية فرجينيا من أكبر المناطق المنتجة للغاز في هذا الحقل[١].

(1)- The Biggest Oil and Gas Fields in the United States
http://info.courthousedirect.com/blog/oil-and-gas-fields

ب – حقل غاز بارنت: Barnett gas field

يقع في شرق مقاطعة نيوارك Newark East في ولاية تكساس ، اكتشف عام ١٩٨١ ، يغطي مساحة (١٣)الف كيلو متر مربع ، ويمتد في (١٨) مقاطعة من مدينة دلاس ويحتوي الحقل (٦٢٠٣) بئر ، ينتج يومياً (١,٩٥١) مليار قدم مكعب[١] .

ج – حقل غاز آركنساس: Arkansas gas field

يقع في منطقة أركنساس الجنوبية وشمال لويزيانا، ويرجع تاريخ انتاج الغاز في هذا الحقل الى١٩٢٠ ، يتصف هذا الحقل عن بقية الحقول الغازية بأنه يحتوي الغاز غير التقليدي المتمثل بالغاز الصخري shale gas وغاز ميثان الفحم الحجري coal bed methane (CBM) ، وتوجد تكوينات كبيرة للغاز الطبيعي في حقل أركنساس في منطقتين ، الأولى في حوض أركوما Arkoma basin وحقول النفط الجنوبية في أركنساس في سهل ساحل الخليج الغربي[٢]. وتوجد تكوينات الغاز على اعماق ٨٠٠٠ – ١١٠٠٠ قدم كما في تكوينات غاز هاينزفيل Haynesville Shale ، ينتج يومياً (١,٠٢٥) مليار قدم مكعب[٣] .

د – حقل غاز سان جوان : San Juan Basin

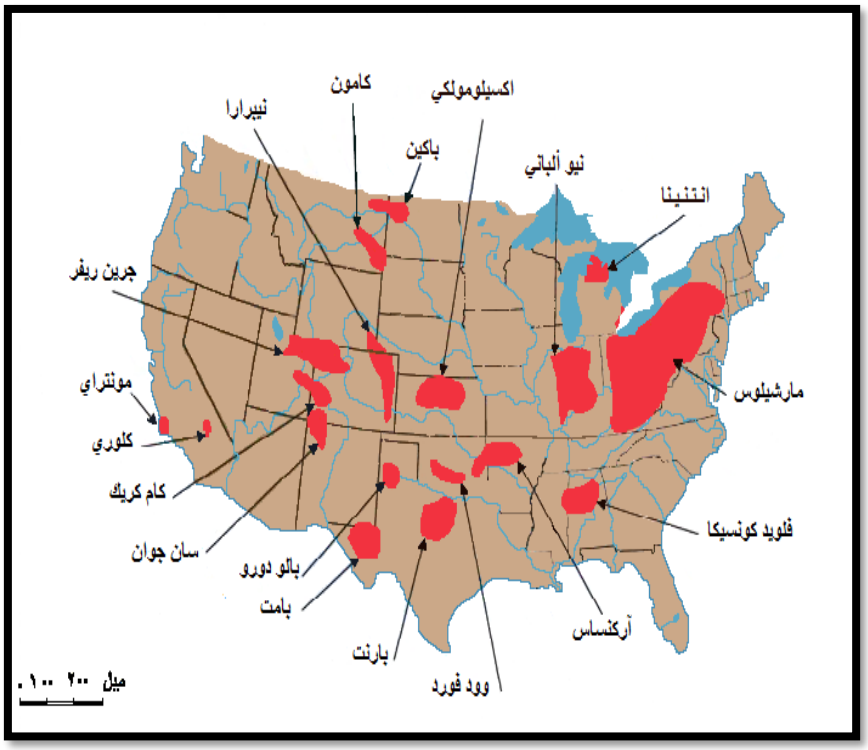
يقع حوض غاز سان جوان في شمال غرب نيو مكسيكو ويمتد إلى جنوب غرب ولاية كولورادو، اكتشفت في عام ١٩٢١، يحتوي الحقل أكثر من٢٠٠٠٠ بئر للنفط والغاز ، ينتج يومياً (١,٠٢٤) مليار قدم مكعب .

(1) – http://www.rrc.state.tx.us/oil-gas/major-oil-gas-formations/barnett-shale-information/

(2) – http://www.geology.ar.gov/energy/natural_gas.htm

(3) – http://www.businessinsider.com/these-are-the-10-largest-oil-and-gas-fields-in-the-us-2015-4

خارطة (٢١) التوزيع الجغرافي لحقول الغاز في الولايات المتحدة الامريكية لعام ٢٠١٥



٦- الامارات العربية المتحدة

تعد دولة الإمارات العربية المتحدة دولة مهمة في احتياطيات الغاز الطبيعي المؤكدة ، فهي تحتل المرتبة السـابعة عالمياً ، اذ تبلغ احتياطيها (٦,١) ترليون م^{٣} ، وتبلغ كميات الانتاج من الغاز الطبيعي (٢) مليار قدم مكعب ، وتحتوي أبوظبي ٩٥٪ من النفط و ٩٢٪ من موارد الغاز الطبيعي في دولة الإمارات العربية المتحدة[١] ، وبالرغم من احتلال الامارات مرتبة متقدمة في احتياطي الغاز إلاَ ان نوعية الغاز يحتوي نسباً كبيرة من كبريتيد الهيدروجين مما يسبب مشاكل كبيرة في الانتاج ، واهم حقول الغاز في الامارات العربية كما في الخارطة (٢٢) هي :

أ - حقل غاشا : Ghasha field

يقع على بعد ١٣٠ كم في الجزء الشمالي الغربي من المياه الاقليمية من امارة ابو ظبي ، وتأتي اهمية هذا الحقل لانه يقع بالقرب من الساحل الشمالي من مدينة الرويس الصناعية ، وهو من اكبر الحقول الغازية في الامارات اذ يقدر احتياطي الغاز فيه بـ (٥) تريليون قدم مكعب من الغاز الطبيعي ،

(1) - http://www.hydrocarbons-technology.com/projects/shahsourgasfield/

كما يحتوي (١,١) مليار برميل من النفط [١] ، وتتراوح اعماق الحقل من ٣-١٥ متر ، وقد تم حفر ١٤ بئراً للإنتاج الغاز[٢] .

ب - حقل شاه :Shah field

يقع الحقل على بعد ١٨٠ كم جنوب غرب أبوظبي، تم اكتشافه في عام ١٩٦٧، بدأ الإنتاج في عام ٢٠١٦ وينتج الغاز الطبيعي والمكثفات، ويبلغ إجمالي الاحتياطيات المؤكدة في حقل غاز شاه حوالي ١٧ تريليون قدم مكعب ، وينتج الحقل حوالي مليار قدم مكعب في اليوم من الغاز الحامض أو الغني بالكبريت الغني و ١٠٠٠٠ طن من الكبريت السائل ، ويم نقل الغاز المنتج من حقل شاه باتجاه مدينة الرويس الصناعية عبر خط انبوب بطول ٢٧٥كم .

ج - حقل صالح: Saleh field

يقع في مياه الخليج العربي على بعد ٤٥ كم من امارة رأس الخيمة ،اكتشف الحقل عام ١٩٦٤ ، ويتكون من سبعة آبار[٣] . بدأ الإنتاج في عام ١٩٨٤ وبلغ ذروته عند ٧٠ مليون قدم مكعب من الغاز و ١٣٠٠٠ برميل يوميا من المكثفات في عام ١٩٨٦.

د - حقل الزوراء : Zora Gas Field

يمتد في المياه الإقليمية للخليج العربي في امارتي الشارقة وعجمان، اكتشف عام ١٩٧١ ويمتد الحقل على مساحة ٢٥ كيلومتراً مربعاً ، ويسهم هذا الحقل بتزويد الامارات الشمالية بالغاز لتوليد الطاقة الكهربائية ومحطات تحلية المياه ، حيث تبلغ الطاقة الانتاجية ٤٠ مليون قدم مكعب/ يوميا من الغاز و ٦٦٥٠ برميلاً/ يومياً من النفط [٤] .وتوجد التكوينات الغازية على عمق ٢٤ متر[٥].

(1)- http://www.thenational.ae/business/industry-insights/energy/abu-dhabi-s-untapped-gas-field-attracts-attention-of-energy-majors

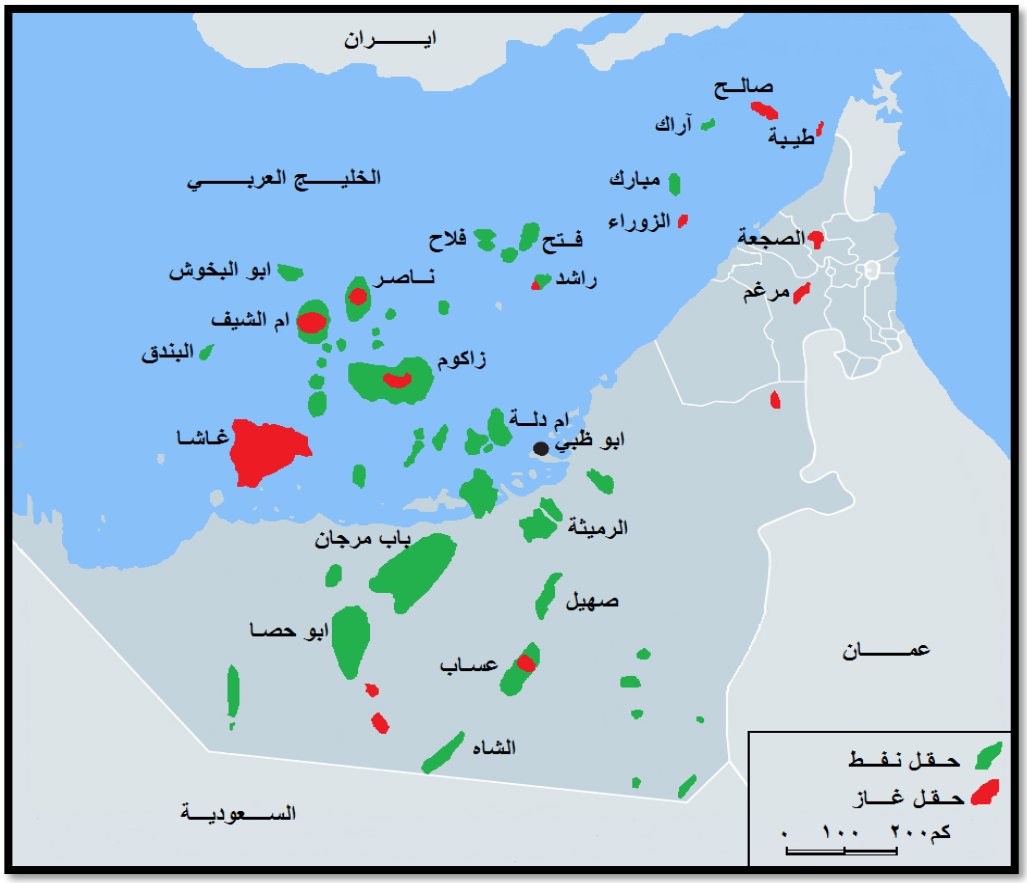
(2) - http://ndhelal.wixsite.com/intranet/hailghasha

(3) - http://www.energy-pedia.com

(4) -http://www.offshoreenergytoday.com

(5) - Zora Gas Field Development Project, Sharjah, United Arab Emirates http://oilandgasadvancement.com

خريطة (٢٢) التوزيع الجغرافي لحقول الغاز الطبيعي في دولة الامارات لعام ٢٠١٥



ثامناً : التجارة العالمية للغاز الطبيعي :

ساعدت جملة من العوامل في تطور تجارة الغاز الطبيعي في العالم منها :

١-زيادة الاستهلاك العالمي للغاز الطبيعي خصوصاً في الاستعمالات الصناعية والطاقة الكهربائية ، اذ ينمو الاستهلاك الصناعي للغاز بمعدل ١,٧% سنوياً ، بينما ينمو في صناعة الطاقة الكهربائية بنسبة ٢,٢% سنوياً ، ويمثل القطاعين الصناعي والطاقة الكهربائية نسبة ٧٣% من اجمالي الزيادة في استهلاك الغاز الطبيعي[١] .

(1) - https://www.eia.gov/outlooks/ieo/nat_gas.php

٢-ازدياد الطلب على الغاز الطبيعي خصوصاً بعد زلزال اليابان في ١٨ مارس/آذار ٢٠١١ الذي دمر المفاعل النووي في محطة فوكوشيما حتى اصبحت اليابان اكبر مستورد للغاز في العالم و بنسبة ١١,٣% .

٣- اتجاه دول العالم في تنفيذ خطط وطنية أو إقليمية للحد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون للحد من مشاكل التلوث سواء العالمي أوالمحلي خصوصاً في العواصم الأكثر تلوثاً كما في الصين والهند ، مما شجع استعمال الغاز الطبيعي عوضاً عن المصادر الملوثة للبيئه لاسيما الفحم والطاقة النووية .

٤- تنامي امدادات الغاز الطبيعي غير التقليدية المتمثلة بالغاز الصخري وغاز ميثان الفحم لاسيما في الصين والولايات المتحدة وكندا ، إذ أسهم تطبيق تقنيات الحفر الأفقي والتكسير الهيدروليكي من تطوير موارد الغاز الصخري حتى أصبح انتاج الغاز الصخري يسهم بأكثر من انتاج الغاز الطبيعي في الولايات المتحدة ، في حين يمثل الغاز الصخري وغاز ميثان الفحم بحدود ٨٠% من اجمالي انتاج الصين وكندا.

٥- تطور صناعة السفن البحرية التي تنقل الغاز الطبيعي المسال التي تحولت نحو الغاز الطبيعي المسال كوقود في تشغيلها بدل من السفن التقليدية التي تعمل بزيوت الوقود الثقيلة والديزل[1] .

٦- تطور شبكات خطوط أنابيب نقل الغاز الطبيعي : بلغت تجارة الغاز العالمية في عام ٢٠١٥ كما يتضح من الجدول (٢٢) والشكل (٣١) بحدود (١٠٤٢,٣) مليار متر مكعب ، وتسيطر أكبر اربعة دول على نصف كمية الغاز الطبيعي المصدر لجميع انحاء دول العالم البالغة (٥٢٣,٥) مليار متر مكعب وبنسبة ٥٠,٢% ، وهذه الدول روسيا الاتحادية و قطر و النروج و كندا وبنسب ٢٠% و ١٢,١% و ١١% و ٧,١% على التوالي . بينما تتوزع بقية الكميات المصدرة من الغاز البالغة ٤٩,٨% على أكثر من عشرين دولة .

(1) - With Natural Gas Booming Race Is On To Export It To the World . Peter O"Dowd,

أولاً: أهم الدول المصدرة للغاز الطبيعي :

تصدر روسيا الاتحادية معظم الغاز (١٠٩) مليار متر مكعب وبنسبة ٩٣% الى دول الاتحاد الأوروبي ، بينما توجه النسبة المتبقية البالغة ٧% الى دول شرق آسيا خصوصاً اليابان وكوريا الجنوبية وتايوان والصين بكميات (١٠,٥) و (٣,٥) و (٠,٣) و (٠,٢)مليار متر مكعب.

تحتل قطر تحتل المرتبة الثانية عالمياً والأولى عربياً والأولى كذلك في تصدير الغاز السائل ، ويوجه أكثر من النصف بإتجاه دول شرق آسيا بواقع (٦٩,٥) مليار متر مكعب بنسبة ٥٥،١% من صادرات الغاز القطرية ، كما توجه (٢٧,٨) مليار متر مكعب وبنسبة ٢٢% الى دول أوروبا ، في حين توجه (١٩,٨) مليار متر كمعب وبنسبة ١٥,٦% الى بلدان الامارات العربية وسلطنة عُمان ، بينما يصدر الكمية المتبقية بنسبة ٧,٣% الى كل من المكسيك والبرازيل والارجنتين وبعض بلدان افريقيا والشرق الاوسط .

تحتل النروج المرتبة الأولى في تزويد دول الاتحاد الأوروبي بـــــ (١١٢,٦) مليار متر مكعب وبنسبة ٩٧,٤% من اجمالي صادرات الغاز النرويجية في حين توجه كميات محدودة الى امريكا الجنوبية والى دول شرق آسيا وأمريكا الشمالية وأفريقيا بكميات بلغت (١,٨) و (٠,٥) و (٠,٤) و (٠,١) مليار متر مكعب .

اما كندا توجه جميع صادراتها من الغاز الطبيعي البالغ (٧٤,٣) مليار متر مكعب باتجاه الولايات المتحدة . بالرغم من استيراد الولايات المتحدة للغاز الطبيعي لكنها تصنف خامس دولة مصدرة للغاز البالغ (٥٠,٥) مليار متر مكعب باتجاه المكسيك وكندا والبرازيل واليابان وتايوان وتركيا بواقع (٢٩,٩) (١٩,٩) (٠,٢) (٠,٢) (٠,٢) (٠,١) مليار متر مكعب على التوالي .

وفيما يتعلق بصادرات الجزائرالغازية فهي تحتل المرتبة السادسة عالمياً و الثانية عربياً ، وتوجه الجزائر أكثر من نصف صادراتها بحدود (٢٢,٣) مليار متر مكعب وبنسبة ٥٤% الى كل من أسبانيا وايطاليا بواقع (١٥,٧) و (٦,٦) مليار متر مكعب على التوالي، كما تزود الجزائر العديد من دول العالم بالغاز الطبيعي مثل فرنسا وتركيا واليابان وماليزيا وكوريا الجنوبية والصين والمملكة المتحدة بواقع (٤,٣) و(٣,٨) و(١) و(٠,٥) و(٠,٥) و(٠,٥) و(٠,٤) مليار متر مكعب على التوالي .

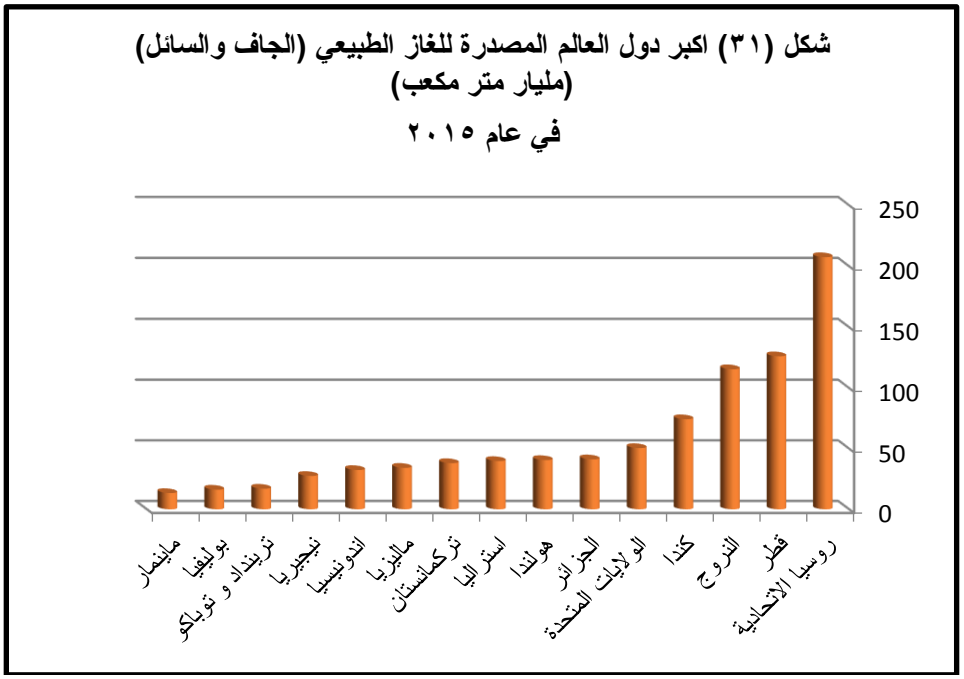
تعد هولندا المسوق الرئيس السابع عالمياً والثالث بعد النروج وروسيا الاتحادية بالغاز الطبيعي لدول الاتحاد الأوروبي وبواقع (٤٠,٦) مليار مترمكعب ، منها (٢٣) مليار متر مكعب وبنسبة ٥٧،٥% تسوق الى ألمانيا ، في حين تزود كل من ايطاليا وفرنسا والمملكة المتحدة وبلجيكا بكميات من الغاز بلغت (٦) و(٤,٧) و(٣,١) و(٢,٩) مليار متر مكعب على التوالي .

جدول (٢٢) حجم تجارة الغاز الجاف والسائل (مليار متر مكعب) في العالم في عام ٢٠١٥

الدولة	الاستيراد	التصدير	الدولة	الاستيراد	التصدير
الولايات المتحدة	77	50.5	اذربيجان	0	7.6
كندا	20.4	74.3	تركمانستان	0	38.1
المكسيك	37	0	اخرى لم تذكر	30.8	49.5
مجموع امريكا الشمالية	134.4	124.85	مجموع أوروبا	519.3	491.4
بوليفيا	0	16.2	ايران	7.5	8.4
ترينداد و توباكو	0	17	سلطنة عُمان	2.1	10.2
بيرو	0	5	الامارات العربية	17.7	7.6
الارجنتين	11.2	0	قطر	0	126.2
تشيلي	4.2	0	اليمن	0	2
البرازيل	18.1	0	الصين	59.8	0
اخرى لم تذكر	4.9	2.3	الهند	21.7	0
مجموع امريكا الجنوبية	38.4	40.5	كوريا الجنوبية	43.7	0
النمسا	6	0	ماليزيا	4.8	34.2
بلجيكا	27.5	0	سنغافورة	12.1	0
التشيك	7.7	0	اليابان	118	0
فلندا	2.7	0	اندونيسيا	0	32.4
فرنسا	42.5	0	ماينمار	0	13.4
المانيا	104	0	بوروناي	0	8.7
قبرص	2.5	0	بابوا و غينيا الجديدة	0	9.7
هنغاريا	5.8	0	باكستان	1.5	0
ايرلندا	4.3	0	تايلاند	13	0
ايطاليا	56.2	0	تايوان	18.7	0
هولندا	30.2	40.6	اخرى لم تذكر	10.5	8.6

بولندا	11.1	0	مجموع آسيا	331.1	261.4
سلوفاكيا	12.9	0	الجزائر	0	41.2
النروج	0	115.5	ليبيا	0	6.5
اسبانيا	28.3	0	نيجيريا	0	27.5
تركيا	47.2	0	غينيا الاستوائية	0	5
المملكة المتحدة	41.8	13.4	جنوب أفريقيا	4	4.6
روسيا الاتحادية	16.9	207.5	اخرى لم تذكر	8.7	0
اوكرانيا	16.2	0	مجموع أفريقيا	12.7	84.8
بلروسيا	16.8	0	استراليا	6.4	39.8
أوزبكستان	0	7.5	مجموع استراليا	6.4	39.8
كازاخستان	7.9	11.3	المجموع الكلي	1042.3	1042.3

Source:BP Statistical Review of World Energy June 2016. P28-29



المصدر: باعتماد الجدول (٢٢) .

ثانياً: أهم الدول المستوردة للغاز الطبيعي :

فيما يتعلق بالدول المستوردة للغاز الطبيعي كما يتضح كذلك من الجدول (٢٢) والشكل (٣٢) ان اليابان أكبر دولة في العالم استيراداً للغاز (١١٨) مليار متر مكعب بنسبة ١١,٣% . وتعتمد اليابان في حصولها الغاز بشكل كبير (٩٨,٦) مليار متر مكعب وبنسبة ٨٣,٥% من دول آسيا لاسيما من استراليا وماليزيا وقطر واندونيسيا بواقع (٢٥,٧) و (٢١,٥) و(٢٠,٢) و(٨,٩) مليار متر مكعب على التوالي ، كما تعتمد اليابان كذلك على روسيا الاتحادية ونيجيريا بواقع (١٠,٥) و(٦,٤) مليار متر مكعب على التوالي .

تأتي ألمانيا في المرتبة الثانية عالمياً وفي المرتبة الأولى في دول الاتحاد الأوروبي في استيراد الغاز الطبيعي بواقع (١٠٤) مليار متر مكعب بنسبة ١٠% عالمياً ، وتعتمد في استيرادها للغاز بشكل كبير ثلاثة دول أوروبية هي روسيا الاتحادية والنروج وهولندا بـ (٤٥,٢) و(٣٤) و(٢٣) مليار متر مكعب على التوالي.

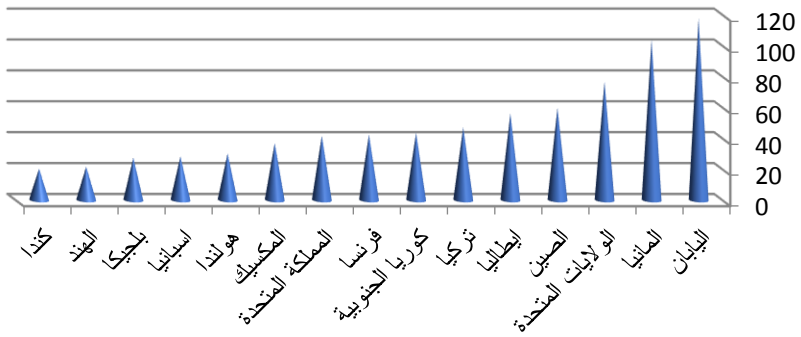
اما الولايات المتحدة فهي المستورد الثالث عالمياً للغاز بنسبة ٧,٣% . وتعتمد في استيرادها بشكل كبير على كندا بـ (٧٤,٣) مليا متر مكعب بنسبة ٩٦,٤% ، كما تعتمد على دول ترينيداد وتوباكو والنروج واليمن والمكسيك في استيراد كميات محدودة تبلغ (٢) و(٠,٣) و(٠,٢) و(٠,١) مليار متر مكعب على التوالي .

تعد الصين المستورد الرابع عالمياً للغاز الطبيعي بواقع (٥٩,٨) مليار متر مكعب وبنسبة ٥,٧% ، وتعتمد الصين بحدود النصف ٤٩,٥% في استيرادها للغاز من دول وسط آسيا خصوصاً من تركمانستان وأوزباكستان وكازاخستان بواقع (٢٧,٧) و(١,٥) و(٠,٤) مليار متر مكعب على التوالي .

تأتي ايطاليا في المرتبة الخامسة في استيراد الغاز الطبيعي بحدود (٥٦,٢) مليار متر مكعب بنسبة ٥,٤% ، وأكثر الواردات الايطالية من الغاز تأتي من روسيا الاتحادية بحدود (٢٤) مليار متر مكعب بنسبة ٤٢,٧% ، كذلك تعتمد على النروج والجزائر وليبيا وهولندا وقطر بواقع (٧) و(٦,٨) و(٦,٥) و(٦) و(٥,٨) مليار متر مكعب على التوالي .

تحتل تركيا المرتبة السادسة عالمياً بواقع (٤٧,٢) مليار متر مكعب بنسبة ٤,٥% ، وتعتمد تركيا في أكثر من نصف استيرادها للغاز على روسيا الاتحادية بـ (٢٦,٦) مليار متر مكعب بنسبة ٥٦,٣% ، كما تعتمد تركيا كذلك على ايران وأذربيجان والجزائر وقطر ونيجيريا والنروج وترينيداد والولايات المتحدة بكميات من الغاز بلغت (٧,٨) و(٥,٣) و(٣,٨) و(١,٧) و(١,٥) و(٠,٢) و(٠,٢) و(٠,١) مليار متر مكعب على التوالي .

شكل (٣٢) اكبر دول العالم المستوردة للغاز الطبيعي (الجاف والسائل) (مليار متر مكعب) في عام ٢٠١٥



المصدر: باعتماد الجدول (٢٢) .

الفصل السادس

الطاقة النووية

استثمرت الطاقة النووية Nuclear بعد عام ١٩٤٠ بعد اكتشاف التفاعل الانشطاري من خلال انقسام نواة اليورانيوم مما يسبب انطلاق قوه هائلة ، كان أول تطبيق عملي للنظائر المشعة من جورج دي هيفيسي في عام ١٩١١ ، وللنظائر المشعة العديد من التطبيقات التي تؤدي دوراً هاماً في التكنولوجيا التي توفر للإنسان الاحتياجات الأساسية سواء في الزراعة والطب والصناعة والبحوث وغيرها.

أولاً : مميزات الطاقة النووية[1] :

١-تحسين الاستدامة الغذائية بمساعدة التكنولوجيات الحيوية النووية nuclear biotechnologies اذ استعمل الإشعاع المؤين للحث على الطفرات الجينية في تربية النباتات اذ تم تطوير واستنباط ١٨٠٠ نوع من المحاصيل بهذه الطريقة. وغالباً ما تستعمل أشعة غاما أو نيوترون بالاقتران مع تقنيات أخرى لإنتاج خطوط وراثية جديدة لمحاصيل الجذور والدرنات، ومحاصيل الحبوب والبذور الزيتية ، وكذلك انتاج أنواع جديدة من الذرة، الثوم، القمح، الأرز، الموز، الفاصوليا والفلفل وغيرها أكثر مقاومة للآفات وأكثر قابلية للتكيف مع الظروف المناخية القاسية وأكثر إنتاجية وقابلة للتسويق.

٢- لأجل الحد من خسائر المحاصيل الزراعية الناجمة عن الحشرات التي تصل إلى أكثر من ١٠% من مجموع الحصاد في جميع أنحاء العالم، بينما ترتفع في البلدان النامية بحدود (٣٠%-٢٥) لا سيما حشرة (التسي تسي) في أفريقيا والدودة الحلزونية في المكسيك والدودة القزحية في الولايات المتحدة فإنه تم استعمال عدة تقنيات للأشعة النووية منها أولاً تكنلوجيا الحشرات العقيمة Sterile Insect Technique (SIT) من خلال تربية أعداد كبيرة من الحشرات ثم إشعاع بيضها مع أشعة غاما قبل التفقيس، ثم يتم اطلاق الذكور العقيمة بأعداد كبيرة في المناطق المصابة. عندما تتزاوج مع الإناث لا يتم إنتاج أي ذرية. مما أسهم بخفض عدد الآفات الحشرية في منطقة المشروع. وثانياً تكنولوجيا التشعيع للحفاظ على الغذاء irradiation technology to preserve food اذ يتم تشعيع اكثر من ٦٠ نوعا من الاغذية تتراوح بين التوابل والحبوب ومنتجات الحبوب والفواكه والخضار واللحوم. يمكن أن يحل محل المواد الكيميائية الضارة .

٣- استعمال النظائر المشعة كأحدى التقنيات النووية في مجال الطب كالتشخيص الطبي وخلال العمليات الحيوية التي تجرى في أجزاء مختلفة من الجسم أو استعمال الاشعة السينية لتصوير العظام والانسجة الرخوة بدقة عالية ، وأ كثر النظائر المشعة استعمالاً هو تكنيتيوم m٩٩

(1) - http://www.world-nuclear.org/information-library/non-power-nuclear-applications/overview/the-many-uses-of-nuclear-technology.aspx

technetium-99m هذه النظائر مثالية لتتبع العديد من العمليات الجسدية مع الحد الأدنى من الأعراض الجانبية للمريض. وهي تستعمل على نطاق واسع للإشارة إلى الأورام ودراسة القلب والرئتين والكبد والكلى والدورة الدموية وهيكل العظام ، كما تستعمل النظائر المشعة للتشخيص في القياسات المناعية الراديوية للتحليل البيوكيميائي في المختبر. ويمكن استعمالها لقياس الهرمونات، والإنزيمات، وفيروس التهاب الكبد. وهناك استخدام رئيسي آخر للنظائر المشعة في علاج أمراض السرطان كاستعمال شعاع غاما من مصدر الكوبالت ٦٠ (cobalt-60) و أشعة اليودين ١٣١ (iodine-131) وأشعة إيريديوم١٩٢ (Iridium-192) وأشعة الساماريوم ١٥٣ (samarium-153). كما تستعمل الاشعة في تعقيم sterilised المنتجات الطبية مثل الصوف القطني، وضمادات الحروق، والقفازات الجراحية، وصمامات القلب، والضمادات، والألواح البلاستيكية والمطاطية، والأدوات الجراحية.

٤- تستعمل النظائر المشعة في الكشف عن الملوثات وتحليلها ، اذ طبقت تقنيات نووية على مجموعة من مشاكل التلوث، بما في ذلك تشكيل الضباب الدخاني، وتلوث الغلاف الجوي في عنصر أكسيد الكبريت، وتصريف مياه المجاري المحيطات وتسرب النفط بالبحار .

٥- استعمال النظائر المشعة في الجانب الصناعي مثل التحقق من دقة اللحام بأنظمة أنابيب الغاز والنفط ، ويمكن استعمال أشكال أخرى من التصوير الشعاعي (التصوير الإشعاعي النيوتروني / التصوير الإشعاعي الذاتي) لقياس سمك وكثافة المواد أو تحديد مكوناتها .

٦- تسخير الطاقة والحرارة المنبعثة من النظائر المشعة لاسيما من اشعة البلوتونيوم -٢٣٨ (plutonium-238) في أجهزة تنظيم ضربات القلب ومنارات الملاحة والأقمار الصناعية وتشغيل العديد من المركبات الفضائية في أثناء الرحلات الاستكشافية مثل مسبار الفضاء كاسيني في الكشف عن كواكب زحل و المريخ .

٧- أهمية النظائر المشعة في تحديد عمر الصخور والمواد الأخرى التي تهم الجيولوجيين وعلماء الأنثروبولوجيا وعلماء الآثار.

٨- تستعمل الطاقة النووية على نطاق واسع في توليد الطاقة الكهربائية .

ثانياً : مساوئ الطاقة النووية[١] :

١-مخاطر التلوث البيئي الناتج من نفايات محطات الطاقة النووية والمتمثل بالوقود النووي المتبقي من المفاعل بعد عملية التفاعل مما يتطلب مواقع ومخازن آمنة ومستمرة لمدة قرون .

(1) - http://sciencing.com/two-environmental-problems-nuclear-power-generating-electricity-19948.html

٢- الاطلاقات العارضة لتسرب الإشعاع في نظام المياه المستعمل في المحطات النووية لتوليد الكهرباء ، اذ يمكن للصمام الخاطئ أن يطلق الماء المشع أو البخار للبيئة ، أو اطلاق الأشعة من قضبان الوقود ، كما حدث في مفاعل جزيرة ثري مايل في عام ١٩٧٩ مما أدى إلى تسرب كمية صغيرة من الغاز الإشعاعي في المنطقة المحيطة بالمصنع .

٣- مشاكل حدوث أخطاء كارثية ومدمرة ، كما حدث وفي عام ١٩٨٦عندما بدأ مشغلو مفاعل تشيرنوبيل النووي بالقرب من بريبيات بأوكرانيا اختباراً للسلامة في ظل ظروف خطيرة، أدى إلى ارتفاع درجة حرارة المفاعل وتسبب في انفجار بخار هائل وإطلاق النار، مما أسفر عن مقتل العديد من العاملين بالمفاعل، كما أطلقت كمية كبيرة من الإشعاع في المدينة المحيطة بها، ولا تزال تلك المدينه غير صالحة للسكن بعد أكثر من ثلاثة عقود من الزمان. وفي عام ٢٠١١ أصاب زلزال وتسونامي محطة فوكوشيما النووية في اليابان مما تسبب في انهيار جزئي للمفاعل مما تطلب إجلاء المنطقة المجاورة وأطلاق المياه الملوثة في مياة المحيط .

ثالثاً : انتاج الطاقة النووية :

لقد تطورت مساهمة الطاقة النووية في هيكل استهلاك الطاقة من(٥,٨) مليون طن مكافئ نفط وبنسبة ٠,١٥% في عام ١٩٦٥لتبلغ اقصاها في عام ٢٠٠٥ بواقع (٦٢٦,٤) مليون طن مكافئ نفط وبنسبة ٥,٧% ، لكنَ الطاقة النووية تواجه مشكلة التخلص من النفايات المشعة أولاً ومن مخاطر الأمن والسلامة والتلوث البيئي ثانياً ، ونتيجة مخاطر حوادث المفاعل النووي كما حدث في مفاعل ثري ميل ايلاند في الولايات المتحدة عام ١٩٧١ والمفاعل النووي تشرنوبل عام ١٩٨٦ والمفاعل النووي فوكوشيما عام ٢٠١١ مما ادى الى تراجع انتاج الطاقة النووية في اليابان من (٢٩٣) تيراواط/ساعة في عام ٢٠٠٥ الى (٤,٥) تيراواط/ساعة عام ٢٠١٥، أدت تلك الحوادث بالعديد من الدول التي أقبلت على استثمار الطاقة النووية بالتراجع عن خططها التوسعية فاخذ بعضها يتباطأ في تنفيذها وقام بعضها الآخر بتجميد أو إلغاء برامجها النووية ، مما انعكس سلباً في تراجع مساهمة الطاقة النووية في عام ٢٠١٥ لتبلغ (٥٨٣,١) مليون طن مكافئ نفط وبنسبة ٤,٤% من اجمالي استهلاك الطاقة .

ويتركز نسبة ٨٦% من انتاج الطاقة النووية في عام ٢٠١٥ في عشرة دول وهي الولايات المتحدة الامريكية وفرنسا وروسيا الاتحادية والصين وكوريا الجنوبية وكندا والمانيا واوكرانيا والمملكة المتحدة والسويد وبإنتاج بلغ (٨٣٩,١) و(٤٣٧,٤) و(١٩٥,٢) و(١٧٠,٧) و(١٦٤,٧) و(١٠٤,٣) و(٩١,٥) و(٨٧،٦) و(٧٠,٣) و(٥٧,٢) تيراواط/ساعة . انظر جدول (٢٣) والشكل (٣٣) .

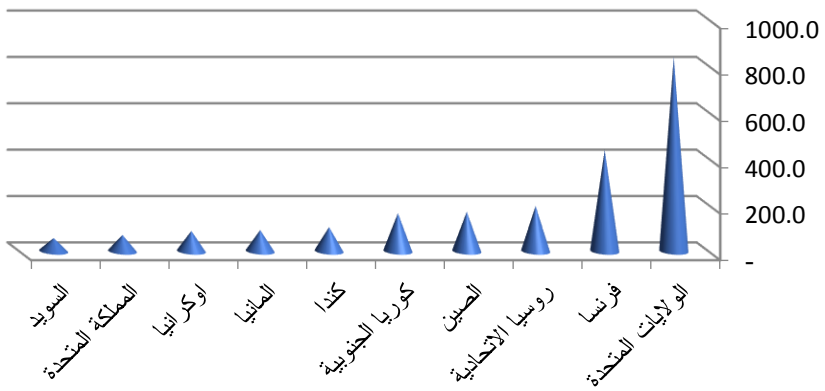
جدول (٢٣) تطور انتاج الطاقة النووية (تيراواط/ساعة) في العالم للمدة ١٩٦٥-٢٠١٥

الدولة	1965	1975	1985	1995	2005	2015	%
الولايات المتحدة	3.8	181.5	403.8	708.8	823.1	839.1	32.5
فرنسا	1.0	18.2	224.1	377.2	451.5	437.4	17
روسيا	0	0	99.3	99.4	147.6	195.2	7.5
الصين	0	0	0	12.8	53.0	170.7	6.6
كوريا الجنوبية	0	0	16.7	67.0	146.8	164.7	6.3
كندا	0.1	11.7	60.5	97.1	91.4	104.2	4
المانيا	0.1	24.1	138.6	154.1	163.0	91.5	3.5
اوكرانيا	0	0	53.3	70.5	88.8	87.6	3.3
المملكة المتحدة	15.1	30.3	61.1	88.9	81.6	70.3	2.7
السويد	0.01	11.9	58.5	69.9	73.4	57.2	2.2
اسبانيا	0	7.5	28.0	55.4	57.5	57.1	2.2
الهند	0	2.1	4.5	7.6	17.8	37.9	1.4
تايوان	0	0	28.7	35.3	39.9	36.4	1.4
جمهورية التشيك	0	0	2.4	12.2	24.7	26.8	1
بلجيكا	0	6.7	34.6	41.3	47.5	26.1	1
فنلندا	0	0	18.9	18.9	23.5	23.4	0.9
سويسرا	0	7.3	22.5	24.8	23.1	23.2	0.9
هنغاريا	0	0	6.4	14.0	13.8	15.8	0.6
بلغاريا	0	2.5	13.1	17.2	18.4	15.4	0.6
سلوفاكيا	0	0.2	9.3	11.4	17.7	15.1	0.6
البرازيل	0	0	3.3	2.5	9.8	14.7	0.5
جنوب افريقيا	0	0	5.5	11.8	11.8	10.7	0.3
الارجنتين	0	2.2	5.7	7.0	6.8	7.1	0.2
باكستان	0	0.6	0.4	0.5	2.6	4.7	0.1

اليابان	0.02	21.7	151.9	287.8	293.0	4.5	0.1
ايران	0	0	0	0	0	3.5	0.1
ايطاليا	3.6	3.3	7.0	0	0	0	0
كازاخستان	0	0	0	0.1	0	0	0
ليتوانيا	0	0	9.4	10.3	11.8	0	0
هولندا	0	3.1	3.8	3.8	4.0	0	0
اخرى لم تذكر	0	0.02	9.3	5.0	8.6	8.4	0.3
المجموع	25.7	364.3	1481.	2324.0	2768.	2577.1	100

Source:BP Statistical Review of World Energy June 2016

شكل (٣٣) أكبر عشرة دول في العالم منتجة للطاقة النووية (تيراواط/ساعة) لعام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (٢٣) .

الفصل السابع

الطاقات المتجددة

أولاً : مفهوم الطاقة المتجددة :

الطاقة المتجددة enewable Energy هي الطاقة المستدامة غير التقليدية التي يتم الحصول عليها من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي تكون دائمية لايمكن ان تنفذ مع استخدام الانسان لها ، ومن أهم مايميز هذه الطاقات بجانب انها مستدامة فهي طاقة نظيفة لاينتج عن استعمالها تلوثاً بيئياً للطبيعة أو على صحة الانسان ، وهي تختلف جوهرياً عن مصادر الوقود الأحفوري (النفط والفحم والغاز الطبيعي والوقود النووي) ولا ينشأ عنها مخلفات كثاني أوكسيد الكربون أو غازات ضارة تعمل على زيادة الإنحباس الحراري كما يحدث عند احتراق الوقود الأحفوري أو المخلفات الذرية الضارة الناتجه عن المفاعلات النووية ، وأهم الطاقات المتجددة هي الشمسية والرياح والكهرومائية وحرارة جوف الأرض والطاقة الحيوية والمد والجزر وغيرها .

وازداد التوجه العالمي نحو الطاقات البديلة نتيجة عدة أسباب منها :

١-ندرة ونضوب مصادر الطاقة الأحفورية .

٢-نمو الطلب على الطاقة نتيجة تحسن اقتصاديات الدول لاسيما النامية كالصين والهند والبرازيل وغيرها .

٣-ارتفاع اسعار الوقود الأحفوري خاصة في فترة الثمانينيات من القرن الماضي وفي العقد الثاني من القرن والواحد والعشرين .

٤-حدوث أزمات الطاقة وتهديد أمن إمداداتها خاصة للأعوام ١٩٧٣ و ١٩٨٠ و١٩٩١ و ٢٠٠٣ .

٥-تنامي مشكلة التلوث والمخاطر المتعلقة بتغير المناخ وتأثيرات ظاهرة الأحتباس الحراري العالمي على كوكب الأرض بفعل التوسع في استهلاك الوقود الأحفوري .

٦-القيود المفروضة على الدول الصناعية بتقليل انبعاثات غازات الدفيئة الجوية لاسيما ثاني أوكسيد الكربون .

٧-تقدم التكنلوجا الحديثة في مجال صناعة الطاقات المتجددة التي خفضت تكلفتها الى المستوى التي اصبحت تنافسية مع مصادر الوقود التقليدية .

٨-التهديد الناتج من التوسع في الطاقة النووية من خلال التلوث الأشعاعي كحادثة محطة مفاعل تشينوبل الروسي ١٩٨٦وحادثة محطة مفاعل فوكوشيما الياباني عام ٢٠١١.

٩-نمو استهلاك الطاقة العالمي بشكل متسارع في جميع قطاعاته لاسيما المنزلي والصناعي والتجاري تماشياً مع النو السكاني مما يتطلب تنمية وتأمين احتياطيات وبدائل للطاقة .

١٠-متوفرة في جميع انحاء العالم وعدالة توزيعها الجغرافي وعدم وجود قيود في استثمارها.

ثانياً : مميزات مصادر الطاقة المتجددة [١] :

١-تتجدد وليس هناك خطر من نضوبها .

٢- تتصف بالمجانية ومتاحة في أي مكان .

٣- تكون محدودة الموقع والاســـتهلاك المحلي ، ولا توجد حاجة لنقلها وتوزيعها ، وبذلك لا توجد مفقودات تكنلوجية واقتصادية للنقل والتوزيع .

٤- تتصف بكونها صديقة للبيئة .

٥- معظم الاجهزة والادوات المستعملة في المصادر المتجددة ذات تصميم بسيط .

٦-يفضل استثمارها في المناطق التي يصعب ايصال الكهرباء لها لاسيما المناطق الريفية والقرى البعيدة والنائية والمواقع الحدودية ، مما يخلق وفورات اقتصـــادية مقارنةً مع ايصـــال الطاقة التقليدية لمسافات طويلة .

٧-امكانية تنمية المناطق البعيدة والحدودية ومن ثَم يحد من هجرة السكان للمدن الرئيسة .

٨-تسهم في توفير العملات الصعبة وخلق وظائف تساعد في الحد من مشكلة البطالة .

ثالثاً : عيوب ومساوئ مصادر الطاقة المتجددة :

١-ارتفاع كلف الاستثمارات البدائية عند التأسيس لمشروع انتاج الطاقة المتجددة .

٢-تذبذب الانتاج من العيوب الرئيســة في الطاقات المتجددة كالطاقة الشــمســية التي يتوقف انتاج الخلايا الشــمســية خلال فترتي الليل وعندما تتلبد الســماء بالغيوم ، وكذلك تقل فاعلية الرياح عندما تتراجع سرعتها .

٣- يتطلب انشاء الطاقات المتجددة مساحات أرضية واسعة لاسيما عند انشاء الخلايا الشمسية.

أنواع الطاقات المتجددة :

أولاً : الطاقة الكهرومائية

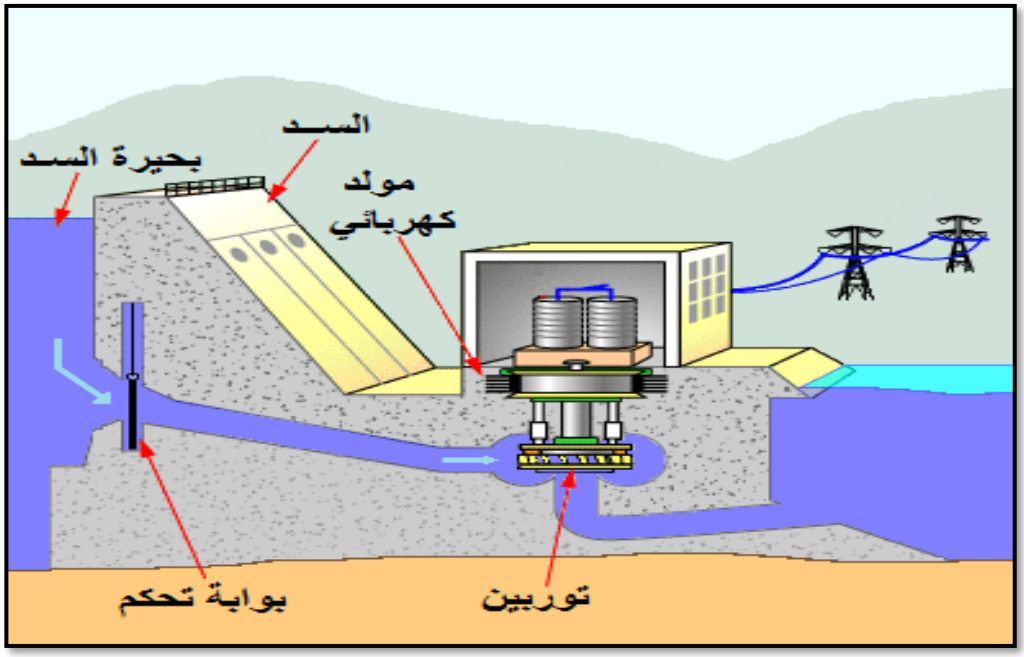
تعد الطاقة الكهرومائية **Hydroelectricity** أهم الطاقات المتجددة التي يســـتفاد منها في توليدها للطاقة الكهربائية إذ أســـهمت بإنتاج (٨٩٢,٩) مليون طن مكافئ نفط مايعادل (٣٩٤٦,٣) تراواط/ســاعة وتمثل نســبة ٨,٦% من اجمالي انتاج الطاقة عام ٢٠١٥ ، ويرتبط حجم انتاج الطاقة الكهرومائية تبعاً للوضع الهيدرولوجي للمحطة ، أي مع مستوى تنظيم المياه في البحيرات والخزانات ،

---

(١) – وحيد مصـــطفى احمد ،مصـــادر وانظمة الطاقة الجديدة والمتجددة –انظمة طاقة الرياح والطاقة الشمسية ،الجزء الاول ، القاهرة ، ٢٠٠٩ ، ص ٣٧ .

اذ تستعمل هذه المحطات الفرق في أرتفاع عمود المياه في السد وبين سرعة تدفق المياه بإتجاه توربين المحطة كما في الشكل (٣٤) .

شكل (٣٤) مخطط عمل محطة الطاقة الكهرومائية



تتميز الطاقة الكهرومائية بعدة مميزات منها :

أ-تجدد الماء ويتم التزود به ذاتيا ، ويصل إلى موقع المحطة بنفسه حيث لا عمليات ضخ أو نقل كما في حالة استعمال أنواع الوقود المختلفة في المحطات البخارية والغازية والديزلات .

ب-وحدات الطاقة الكهرومائية لها كفاءة عالية تصل إلى ٨٥% [١] مقارنةً مع المحطات الحرارية التي تعمل بكفاءة لا تزيد عن ٣٠% [٢] .

ج-تتميز بطول عمرها الفني إذ يتعدى (٥٠) سنة[٣] .

د-تكلفة إنتاج (k.w) من الطاقة الكهرومائية قليلة جدا وكذلك الكلفة التشغيلية (رواتب ، صيانة ، وقود) .

---

(١) السدود المراد تنفيذها بالعراق ومازالت قيد الدراسة
www.mowr.gov.iq/dams/electric.ph

(٢) سعود يوسف عياش ، تكنلوجيا الطاقة البديلة ، عالم المعرفة ، الكويت ، ١٩٨١ ، ص ١٩ .

(٣) وحيد مصطفى أحمد ،توليد الطاقة الكهربية ،الطبعة الأولى ،دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ،القاهرة ،٢٠٠٧،ص ٢٣٩

هـ-لا تتطلب إلى أعداد أيدي عاملة كبيرة مقارنةً مع المحطات الأخرى .

و-إلى جانب توليد الطاقة الكهربائية فإن لمشـــاريع الســـدود أغراض متعددة مثل الإرواء الزراعي ، مصائد للأسماك ، التحكم بالفيضانات ، تنمية السياحة .

ز-غير ملوثة للبيئة .

وبالرغم من هذه المميزات إلا أن للطاقة الكهرومائية بعض المساوئ منها :

أ-ارتفاع الكلفة الاستثمارية للأعمال الإنشائية عند إنشاء مشاريع السدود لما تتطلب من إعداد التصاميم وإجراء فحوصات ومسح جيولوجي وإنشاء هيكل السد والأنفاق المائية والمحطة الكهرومائية والمسيلات المائية للري ومنشآت الإدارة ومساكن الأيدي العاملة وغيرها .

ب- تتطلب فترة طويلة للإنشاء نتيجة تعدد الأعمال الإنشائية عند إنشاء المحطات الكهرومائية.

ج-يعتمد تزايد أو تناقص توليد الطاقة الكهرومائية على مدى ارتفاع المياه في الســـد وحجم خزن المياه في حوضه الذي يتأثر بكميات الإيراد المائي من سنة لأخرى ومدى إتاحة المياه وخاصة خلال سنوات الجفاف.

د- يؤثر حجم حوض خزان المياه خلف السد في مساحات واسعة من الأرض تغمر بالمياه مما يخلق مشـــاكل كهجرة الســـكان والتأثير في النظام البيئي ومدمرة في النظم الايكولوجية المائية وخلق مسطحات وبحيرات من المياه الراكدة وقتل وتوقف لهجرة الاسماك[1].

هـ-غالباً ما تقام المحطات الكهرومائية في بيئات تضاريسية وعرة بعيدة عن المراكز السكانية مما يتطلب إنشاء خطوط نقل الطاقة فائق القدرة لمسافات طويلة [2] .

أنتاج الطاقة الكهرومائية :

يتركز نسبة ٧١% من اجمالي انتاج الطاقة الكهرومائية كما يتبين من الجدول (٢٤) والشكل (٣٥) في العالم في عشرة دول وهي (الصين وكندا والبرازيل والولايات المتحدة وروسيا الاتحادية والنروج والهند واليابان وفنزويلا والســـويد) وبإنتاج بلغ (١١٢٦,٤) و(٣٨٣,١) و(٣٦٠,٩) و(٢٥٣,٧) و(١٦٩,٩) و(١٣٧,٤) و(١٢٤,٣) و(٩٦,٥) و(٧٦,٣) و(٧٤,٥) تيراواط/ســـاعة وعلى التوالي .

(1) - http://www.makeuseof.com/tag/solar-energy-sustainable-4-problems-stop-solar-revolution-tracks

(٢) إدوارد س. كاسيدي ، بيتر ز.غروسمان ، مدخل الى الطاقة ، مصدر سابق ، ص١٨٠ .

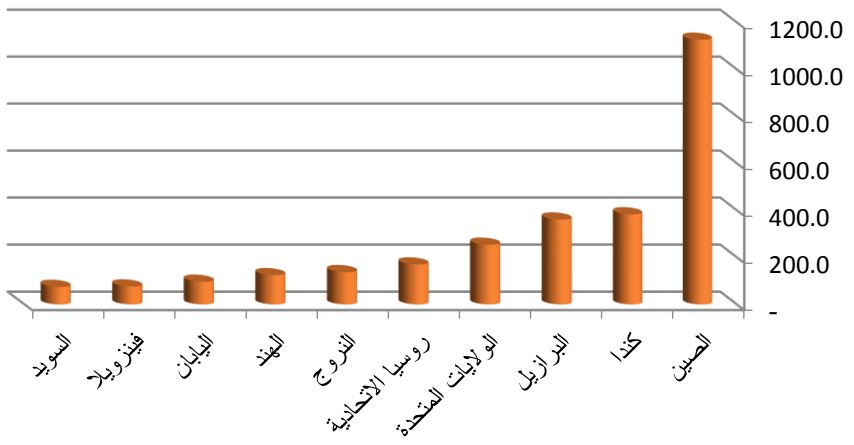
جدول (٢٤) انتاج الطاقة الكهرومائية (تيراواط/ساعة) في العالم في عام ٢٠١٥

الدولة	الانتاج	%	الدولة	الانتاتج	%
الصين	1126.	28.5	الاكوادور	13.0	0.3
كندا	383.1	9.7	مصر	13.0	0.3
البرازيل	360.9	9.1	ازبكستان	10.8	0.2
الولايات المتحدة	253.7	6.4	الفلبين	9.8	0.2
روسيا الاتحادية	169.9	4.3	البرتقال	8.6	0.2
النروج	137.4	3.4	كازاخستان	7.9	0.2
الهند	124.3	3.1	المملكة المتحدة	6.3	0.1
اليابان	96.5	2.4	اوكرانيا	6.2	0.1
فينزويلا	76.3	1.9	بلغاريا	5.8	0.1
السويد	74.5	1.8	قبرص	5.6	0.1
تركيا	66.9	1.7	تايوان	4.4	0.1
فيتنام	63.8	2	سلوفاكيا	4.0	0.1
فرنسا	53.9	1.3	تايلاند	3.7	0.1
كولومبيا	44.6	1.1	كوريا الجنوبية	3.0	0.07
ايطاليا	43.9	1.1	بولندا	1.8	0.04
الارجنتين	42.2	1	التشيك	1.7	0.3
سويسرا	37.5	0.9	اذربيجان	1.6	0.04
النمسا	36.7	0.9	جنوب افريقيا	0.9	0.002
باكستان	34.5	0.8	ايرلندا	0.8	0.02
المكسيك	30.0	0.7	بنجلادش	0.8	0.002
اسبانيا	27.7	0.7	ليتوانيا	0.3	0.007

نيوزيلاند	24.5	0.6	بلجيكا	0.2	0.005
تشيلي	23.3	0.6	هنغاريا	0.2	0.005
بيرو	23.3	0.6	بيلروسيا	0.1	0.002
المانيا	19.3	0.4	الجزائر	0.1	0.002
ايران	18.1	0.4	هولندا	0.1	0.002
فنلندا	16.7	0.4	الكيان الصهيوني	0.03	0.0002
رومانيا	16.3	0.4	الدانمارك	0.01	0.0002
اندونيسيا	16.0	0.4	تركمانستان	0.003	0.0002
ماليزيا	14.7	0.3	اخرى لم تذكر	362.4	9.1
استراليا	13.7	0.3	المجموع	3946.2	100

Source:BP Statistical Review of World Energy June 2016

شكل (٣٥) اكبر عشرة دول في انتاج الطاقة الكهرومائية (تيراواط/ساعة) في عام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (٢٤) .

ثانياً : طاقة الرياح

مصطلح طاقة الرياح Wind Energy تصف العملية التي يتم من خلالها استعمال الرياح لتوليد الطاقة الميكانيكية أو الكهرباء. اذ تعمل توربينات الرياح بتحويل الطاقة الحركية في مهب الريح إلى الطاقة الميكانيكية، وهذه الطاقة الميكانيكية يمكن استعمالها لمهام محددة (مثل طحن الحبوب أو ضخ المياه) أو مولد يمكن تحويل هذه الطاقة الميكانيكية إلى كهرباء . ويُعد العالم الأسكتلندي جيمس بليث أول مكتشف توربين للرياح عام ١٨٨٧ لتوفير الإضاءه لمنزله ، كما يُعد المخترع الفرنسي داريوس Darrieus هو مكتشف التوربينات الهوائية في عام ١٩٢٠ ، وتم انشاء أول توربين على نطاق تجاري في الولايات المتحدة عام ١٩٤٠ على جبل فيرمونت بقدرة ١,٢٥ ميكاواط[١] ، وتقسم توربينات الرياح الى نوعين الأول مجموعة متنوعة من المحاور الأفقية، مثل طواحين الهواء التقليدية المستعملة في ضخ المياه، ومجموعة المحور الرأسي مثل نموذج داريوس، ومعظم توربينات الرياح الحديثة الكبيرة هي توربينات المحور الأفقي، شكل (٣٦) و(٣٧) ويتراوح انتاج الطاقة لهذه التوربينات بين (٥٠-٧٥٠) كيلوواط[٢]. وعادة ما يتم تركيب توربينات الرياح على أبراج ترتفع لمسافة (٥٠-١٦٤) متر فأكثر عن سطح الارض للأستفادة من سرعة الرياح وتكون أقل أضطراباً، ويفضل استعمال توربينات الرياح في المناطق حيث تصل سرعة الرياح إلى ١٦-٢٠ ميلا في الساعة، كما يتم بناء التوربينات على مقربة من بعضها بعض لتشكيل مزرعة الرياح[٣]. اذ توجد أكبر مزرعة للرياح البرية في الهند بولاية راجستان (مزرعة جيلسامر) بطاقة انتاجية (١٠٤٦) ميكاواط ، بينما أكبر مزرعة رياح بحرية في العالم في المملكة المتحدة في البحر الأيرلندي في ساحل كمبريا تتألف من ١٠٢ توربين هوائي بحري تولد(٣٧٦) ميغاواط[٤] .

(1) - http://windenergyfoundation.org/about-wind-energy/history
(2) - http://windeis.anl.gov/guide/basics/
(3) - http://windenergyfoundation.org/what-is-wind-energy
(4) - https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/wind-energy/

شكل (٣٦) توربين رياح محور أفقي

شكل (٣٧) توربين رياح محور رأسي

تمر صناعة طاقة الرياح بعدة مراحل[١] :

١-تبدأ الرياح بتحريك شـفرات أو ريش التوربين التي تتراوح أطوالها بين (١٣١-٤٨) متر حتى عام ٢٠١٦ وعلى أرتفاع يتراوح بين (١٦٤-٥٠) متر وتتحول طاقة الرياح الى طاقة حركية من خلال دوران التوربين ثم طاقة ميكانيكية من خلال عمل التروس ونواقل الحركة في الكابينة الرئيسـة للتوربين ، ومعظم التوربينات الحديثة يمكن تدوير اتجاه شـفرات الدوار بحيث تلتقي الرياح في أفضل زاوية لحصاد الرياح أو مايسمى آلية التحكم في الملعب .

٢-داخل الكبينة الرئيسة للتوربين تحول التروس دوران السرعة المنخفضة (١٦ دورة في الدقيقة) الى سرعة عالية (١٦٠٠ دورة في الدقيقة) لتحول هذه السرعة للمولد وبكفاءه عالية .

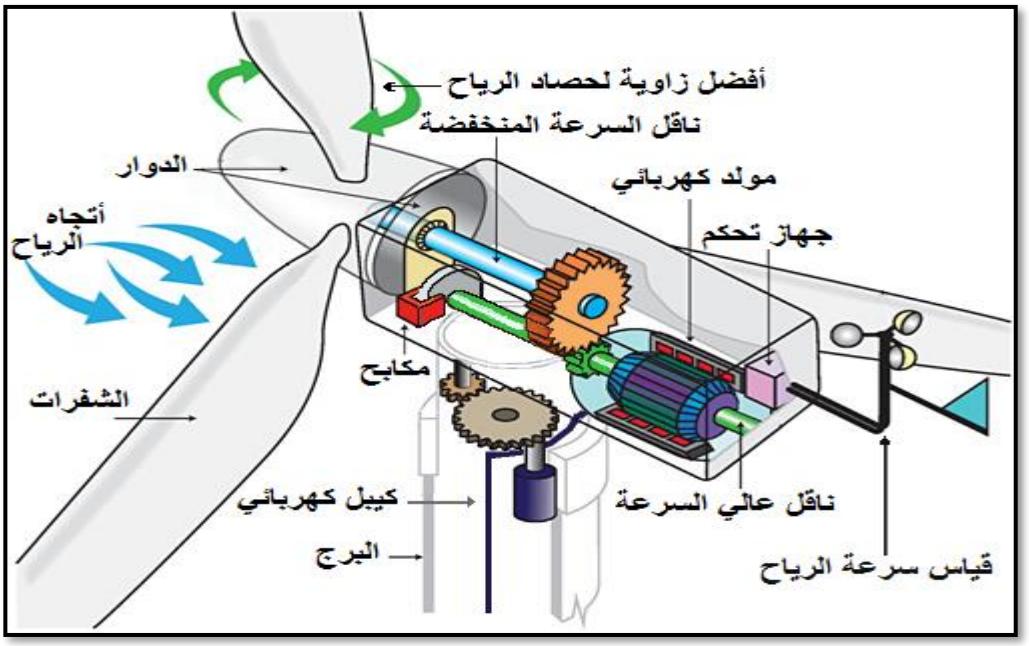
٣-تنقل الطاقة الحركية من علبة التروس الى المولد الكهربائي ، اذ تعمل معظم التوربينات الهوائية بقدرة (٢) ميكاواط ، وبإنتاج (٢) مليون واط سنوياً .

٤-في حال حدوث اضـطرابات وتكون الرياح في حال عاصـفة من خلال بيانات مؤشـر قياس سـرعة الرياح يأتي دور أجهزة السلامة من خلال استعمال الفرامل أو المكابح .

٥- تنقل الكهرباء من المولد الكهربائي في التوربين الى الخارج عبر كيبل كهربائي داخل البرج والى محولات كهربائية لمضاعفة جهدها ومنها الى شبكة التوزيع . شكل(٣٨).

(1) - http://www.explainthatstuff.com/windturbines.html

شكل (٣٨) مخطط عمل محطة طاقة الرياح



مميزات طاقة الرياح هي[1] :

١-تعد دائمية ومتجددة لارتباط نشأتها مع تسخين الشمس لسطح الأرض مما يشكل أنطقة مختلفة من الضغط الجوي ومن ثمَ تهب الرياح من انطقة الضغط المرتفع بأتجاه الضغط المنخفض .

٢-من أنظف الطاقات ولا تولد أي انبعاثات للغازات الملوثة للبيئة .

٣-تسهم في تحفيز اقتصاديات المناطق المحلية وتوفير فرص عمل وعوائد لتلك المناطق .

٤-في حال صيانة برج واحد للرياح من بين مزرعة مكونة من ١٠٠٠ برج فإن ذلك لايؤثر على انتاج المزرعة بل يتوقف بنسبة ٠,٠١% من الانتاج مقارنة مع حال صيانة محطة للفحم أوبالغاز أو نووية أو غيرها فإنها تتوقف كلياً ١٠٠%.

٥- وتعد طاقة الرياح الآن واحدة من أكثر مصادر الجيل الجديد فعالية من حيث التكلفة، حيث تتنافس مع المنشآت الجديدة من الفحم والغاز والطاقة النووية. وقد انخفضت تكلفتها باطراد على مدى السنوات القليلة الماضية، بسبب تحسن وتطور تكنولوجيا توربينات الرياح ، يوجد على سبيل المثال أكثر من ٤٠٠ مصنع في الولايات المتحدة لتصنيع مكونات الرياح .

(1) - http://www.cleanlineenergy.com/technology/wind-and-solar

مساوئ طاقة الرياح [1] :

١- عدم تشـــغيل توربينات الرياح وإيقافها عندما يتوقف هبوب الرياح أو تحطم وتلف التوربينلت والابراج عندما تكون الرياح عاتية وسريعة أو عند تساقط الثلوج ، لذلك فإن توربينات الرياح لا تنتج من قدرتها التصميمية سوى ١٥ – ٣٠% .

٢- تراكم الحشرات الميتة على توربينات الرياح يقلل من متوسط الطاقة المولدة بنسبة ٢٥% وأكثر من ذلك.

٣- تراكم الأملاح على شفرات التوربينات البحرية يقلل من الطاقة المولدة بنسبة٢٠%-٣٠% يتطلب صيانة دورية لهذه التوربينات .انظر شكل (٣٩) .

٤- مشكلة تذبذب توليد الكهرباء من توربينات الرياح يتطلب احتياطيات إضافية من القدرة التوليدية من مزيج من المحطات التقليدية بحيث يمكن ضـــمان ما يقرب من ١٠٠% من العرض وتزداد المشكلة عندما تتوافق الفترات العالية الطلب على الكهرباء مع فترات انخفاض سرع الرياح.

٥- لا يمكن التنبؤ إلا بقدر محدود من طاقة الرياح المنتجه .

٦- ارتفاع كلف إنشاء مزارع توربينات الرياح .على سبيل المثال في ألمانيا يضطر المستهلك لشراء طاقة الرياح أكثر من ١٠ اضعاف تكلفة الطاقة التقليدية وفي فرنسا ٣ مرات ، أما بريطانيا يكلف إنتاج ميكاواط/ساعة من توربينات الرياح بحدود ٥٠ جنيهاً أسترلينياً مقابل ١٥ جنيهاً أسترلينياً في محطات انتاج الطاقة التقليدية .

٧- التهديد الذي تتعرض له الطيور Birds والخفافيش bats من قتل واصابات بفعل دوران شفرات توربينات الرياح التي تصل سعتها في بعض الاحيان من ١٥٠-٢٠٠ ميل/ساعة لاسيما في جزيرة لويس الاسكتلندية Scottish island of Lewis . وقدرت دراسة أجريت عام ٢٠٠٢ في إســـبانيا أن (٣) مليون طائر و (٣٥٠) ألف خفاشـــاً يقتلون كل عام عن طريق توربينات الرياح وخطوط الكهرباء ، وفي دراســـة أخرى تبين أن كل برجاً توربينيا واحدا للرياح يقتل في المتوسط ٢٠-٤٠ طائراً كل عام.

٨- عند انشاء مشروع لمزارع الرياح خاصة عند التلال الجبلية يتطلب إزالة الغابات وتجريف التربة وغلق المجاري المائية وكذلك يتطلب الى معدات ثقيلة وجرافات وآلات الحفر وآلات الصـــب الخرسانة والشاحنات والرافعات الكبيرة لذلك يتطلب بناء الطرق القوية مما يخلق آثاراً بيئية خطيرة كما هو الحال في مشروع توربينات الرياح في جبل ميرسديل Meyersdale في ولاية بنسلفانيا وكذلك في مشروع جبل بافالو Buffalo بإنجلترا .

---

(1) – http://www.aweo.org/problemwithwind.html

٩- لتحسين كفاءة الرياح يتطلب كل برج تطهير الأشجار القريبة منه للحصول على الأداء الأمثل ، اذ يتطلب تطهير ٤٥-٩٠ فدانا لكل برج للعمل على النحو الأمثل ، ويتم ذلك اما بقطع الاشجار أو استعمال المبيدات ، مما يؤدي إلى تلوث وتسمم التربة والمياه.

١٠- الضجيج noise الناجم عن توربينات الرياح الذي يمكن سماعة على بعد (٣) آلاف ياردة خاصة في التوربينات ذات الشفرات أو الزعانف حجم ١٠٠ قدم التي تدور بسرعة ١٥٠-٢٠٠ ميل/الساعة تعمل على تقطيع وضغط الهواء يسبب رطم وصوت عميق الرنين ، ويسبب هذا الضجيج قلقاً وغثياناً للسكان و فقدان الأراضي الريفية المفتوحة، وفقدان السياحة، والركود أو النقص في قيم الاراضي والممتلكات .

شكل (٣٩) الصيانة الدورية لتوربينات الرياح

انتاج طاقة الرياح :

استثمرت طاقة الرياح في توليد الطاقة الكهربائية لأول مرة في الدول الاوروبية و تحديداً الدانمارك في عام ١٩٧٨ وبلغ انتاجها (٠,٠٠٠٣٠٣) تيراواط/ساعة ، ثم استثمرت كل من الولايات المتحدة والسويد طاقة الرياح عام ١٩٨٣ ، وارتفعت في عامي ١٩٠٠ و ٢٠٠٠ لتبلغ (٣,٦٣٨) تيراواط/ساعة (٣١,٤٩٢) تيراواط/ساعة وعلى التوالي ، ووصل ذروة استثمار طاقة الرياح عام ٢٠١٥ لتبلغ (٨٤١,٢) تيراواط/ساعة ما يعادل (١٩٠,٣) مليون طن مكافئ نفط وبنسبة ١,٤% من مجموع انتاج العالم من الطاقة.

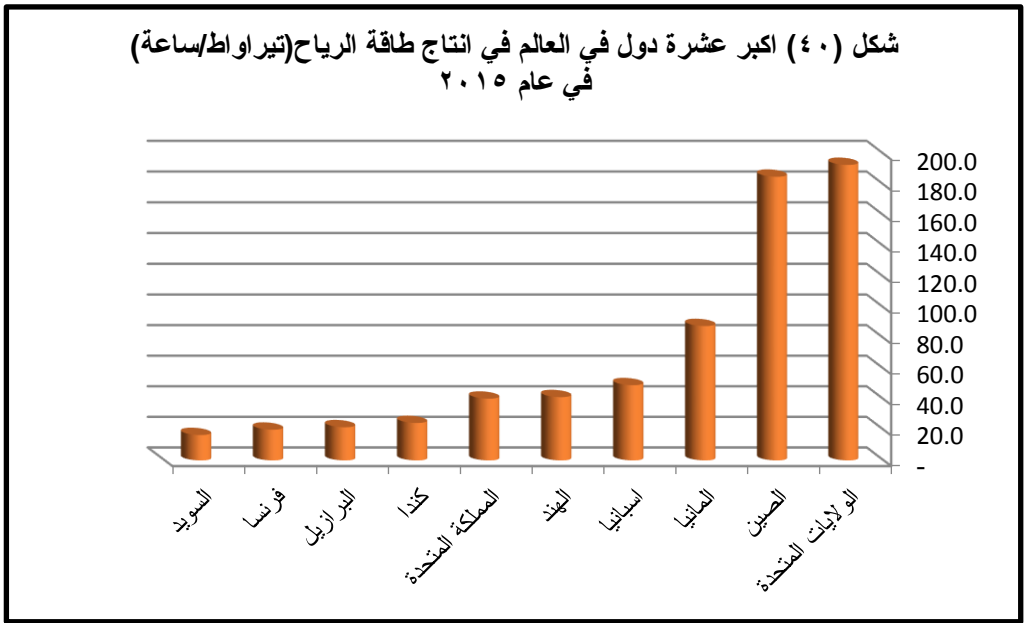
يتركز اكثر من نصـــف الانتاج العالمي من طاقة الرياح بنســـبة ٥٥,٤% في ثلاثة دول الولايات المتحدة والصـين والمانيا كما يتبين من الجدول (٢٥) والشـكل (٤٠) بنسـة ٢٢,٩% و ٢٢% و١٠,٥% من الانتاج العالمي على التوالي كما تسـهم سـبع دول في انتاج ربع العالم من طاقة الرياح بنسبة ٢٥,٥% هي (أسبانيا والهند والمملكة المتحدة وكندا والبرازيل وفرنسا والسويد) وبنسب ٥,٩% و ٤,٩% و ٤,٨% و٢,٩% و ٢,٦% و ٢,٤% و ٢% على التوالي ، في حين ينتشر بقية الانتاج بنسبة ١٩,١% في أكثر من ٤٨ دولة .

جدول (٢٥) انتاج طاقة الرياح (تيراواط/ساعة) في العالم في عام ٢٠١٥

الدولة	الانتاج	%	الدولة	الانتاج	%	الدولة	الانتاج	%
الولايات المتحدة	192.8	22.9	بلجيكا	5.5	0.7	التشيك	0.5	0.1
الصين	185.1	22	اليابان	5.3	0.6	تايلاند	0.4	0.1
المانيا	87.9	10.5	النمسا	5.1	0.6	ايران	0.2	0.3
اسبانيا	49.2	5.9	قبرص	4.6	0.6	فيتنام	0.2	0.3
الهند	41.4	4.9	النروج	2.5	0.3	سويسرا	0.1	0.01
المملكة المتحدة	40.4	4.8	فنلندا	2.3	0.3	الاكوادور	0.1	0.01
كندا	24.5	2.9	نيوزيلاند	2.3	0.3	كولومبيا	0.1	0.01
البرازيل	21.7	2.6	تشيلي	2.1	0.3	بيلاروسيا	0.01	0.001
فرنسا	20.1	2.4	جنوب افريقيا	2.1	0.3	روسيا	0.01	0.001
السويد	16.6	2	كوريا	1.6	0.2	كازاخستان	0.006	0.0007
ايطاليا	14.6	1.7	مصر	1.5	0.2	سلوفاكيا	0.006	0.0007
الدانمارك	14.2	1.7	تايوان	1.5	0.2	الكيان	0.006	0.0007
البرتقال	11.5	1.4	بلغاريا	1.4	0.2	اذربيجان	0.005	0.0005
تركيا	11.5	1.4	اوكرانيا	1.0	0.1	بنجلادش	0.004	0.0004
بولندا	10.8	1.3	ليتوانيا	0.8	0.1	اندونيسيا	0.002	0.0002
استراليا	10.6	1.3	الارجنتين	0.7	0.1	فينزويلا	0.001	0.0001
المكسيك	7.9	0.9	بيرو	0.6	0.1	الجزائر	0.001	0.0001
هولندا	7.4	0.9	هنغاريا	0.6	0.1	هونك كونج	0.0008	0.0008
رومانيا	7.0	0.8	باكستان	0.6	0.1	اخرى لم	13.2	1.5
ايرلندا	6.5	0.8	الفلبين	0.6	0.1	المجموع	841.2	100

Source:BP Statistical Review of World Energy June 2016

شكل (٤٠) اكبر عشرة دول في العالم في انتاج طاقة الرياح(تيراواط/ساعة) في عام ٢٠١٥



المصدر :باعتماد الجدول (٢٤) .

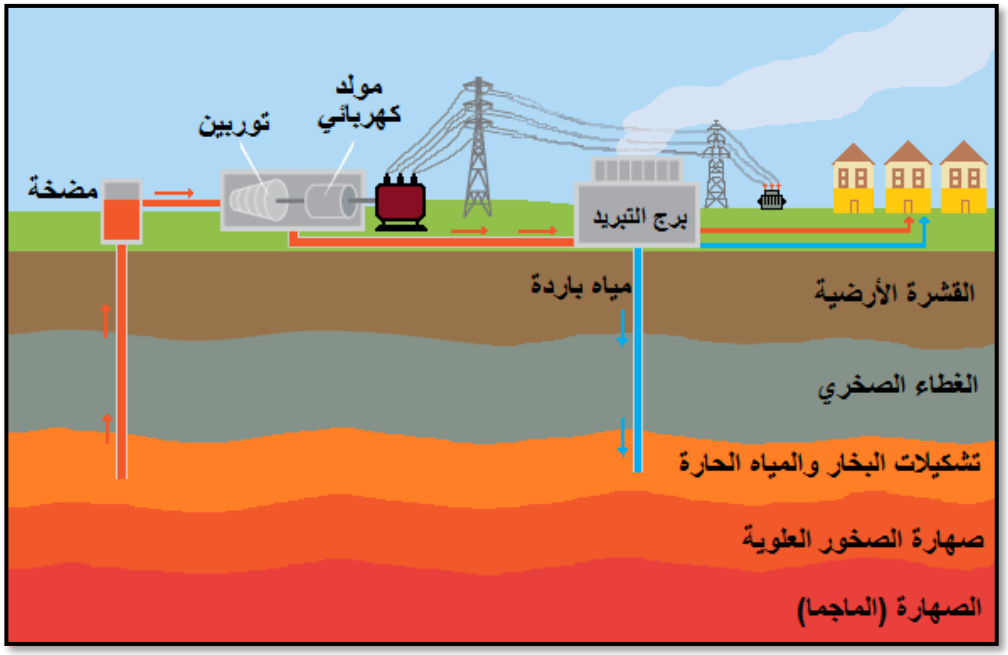
ثالثاً : طاقة حرارة جوف الارض

الطاقة الحرارية الأرضية Geothermal هي حرارة باطن الأرض. وقد وجدت موارد الطاقة الحرارية الأرضية من الأرض الضحلة بالماء الساخن والصخور الساخنة على بعد بضعة أميال تحت سطح الأرض، وإلى أسفل حتى الأعماق تكون درجات الحرارة عالية جدا من الصخور المنصهرة التي تسمى الصهارة magma . يمكن استعمال هذه الحرارة بشكل مباشر في تدفئة المباني والنباتات في البيوت البلاستيكية، وتجفيف المحاصيل والاسماك، وتدفئة المياه في المزارع السمكية، وللعلاج والعديد من العمليات الصناعية مثل الحليب المبستر، والمنتجعات الحرارية .

ويتم حفر ثقوب الخاصة للبخار في الصخور لتحويل البخار الساخن لدفع التوربينات الكهربائية ، وتوجد ثلاثة تصاميم أساسية لمحطات الطاقة الحرارية الأرضية الجوفية جميعها تعمل على سحب الماء الساخن والبخار من باطن الارض ، أول تصميم وأبسطها هو البخار الجاف الذي يذهب مباشرة الى التوربينات ثم الى المكثف حيث يتم تكثيف البخار ، والثاني الماء الساخن منخفض الضغط الذي يستعمل لدفع التوربينات ، بينما الثالث يسمى نظام ثنائي الدورة ، يتم

تمرير الماء الساخن من خلال مبادل حراري، حيث يسخن السائل في حلقة مغلقة ثم يتم تحويله بسهولة أكبر إلى بخار لتشغيل التوربينات[1]، شكل (٤١) .

شكل (٤١) مخطط استثمار طاقة حرارة جوف الأرض في انتاج الطاقة الكهربائية



انتاج طاقة حرارة جوف الارض :

استثمرت طاقة حرارة جوف الارض منذ عام ١٩٦٥ إذ بلغ انتاج العالم (٥,٠٢) تيراواط/ساعة ما يعادل (١,١٣٥) مليون طن مكافئ نفط ، ولأهمية البخار في هذه الطاقة في تحريك التوربينات المولدة للكهرباء تطور استغلال هذا المصدر على نطاق واسع في توليد الطاقة الكهربائية ليبلغ في عام ٢٠١٥ (٥١٨,١٩٦) تيراواط/ساعة ما يعادل (١١٧,٢٥٤) مليون طناً مكافئاً للنفط وبنسبة ٠,٩% من اجمالي انتاج الطاقة عالمياً ، ويتركز نسبة ٦٤,٥% من انتاج العالم من طاقة جوف الارض في عشرة دول كما يتبين من الجدول (٢٦) والشكل (٤٢) وهي (الولايات المتحدة والصين والمانيا والبرازيل والمملكة المتحدة واليابان وايطاليا والهند وفنلندا والفلبين) وبإنتاج بلغ (٨٥,٢) و (٥٢,٩) و (٥٠,٢) و (٥٠,١) و (٢٩) و (٢٧,٧) و (٢٥,١) و (٢٠,٥) و (١١,٣) و (١١,١) تيراواط/ساعة وعلى التوالي . بينما تنتشر بقية طاقة حرارة جوف الارض بنسبة ٣٥,٥% في أكثر من عشرة دول .

(1) - http://www.ucsusa.org/clean_energy/our-energy-choices/renewable-energy/how-geothermal-energy-works.html

ويتركز نسبة ٨٠% من انتاج طاقة حرارة جوف الارض في الولايات المتحدة في جانبها الغربي خاصة في ولاية كالفورنيا في محطة جيسرز Geysers شمال مدينة سان فرانسيسكو ، اذ يتصف هذا الجانب بالنشاط البركاني وحركة الصهارة والزلازل والينابيع الساخنة الطبيعية التي تصل درجة حرارة المياه فيها بحدود ٢٠٠ درجة مؤوية ويطلق على هذه المنطقة (النقاط الساخنة) والمتمثلة بقشرة تكتونية رقيقة وهي حافة المحيط الهادئ أو ما تسمى بحلقة براكين النار التي تمتد من ألاسكا ، كاليفورنيا ، وأوريغون وحتى نيفادا، وتم بناء ٢٦ محطة في هذا الجانب لتوليد الطاقة الكهربائية من جوف الارض تزيد سعتها عن ٢٠٠٠ ميكاواط . وتواجه طاقة حرارة جوف الارض بعض المشاكل منها[1] :

١- انبعاث بعض الملوثات من باطن الارض إلى الهواء خاصة الغازات السامه مثل السيليكا silica وثاني أكسيد الكبريت sulfur dioxide emissions وبعض المعادن الثقيلة السامة كالزرنيخ arsenic والبورون boron والزئبق mercury .

٢- تراكم كميات كبيرة من الاملاح على انابيب البخار.

٣- المواقع الجيدة لتوليد الطاقة الحرارية الأرضية والمتمثلة في المناطق التي تتصف بالنشاط البركاني عادةً ما تكون بعيده عن المدن والسكان .

٤- قد تنخفض درجة الحرارة القادمة من باطن الارض أو يتوقف وينفد البخار الساخن حتى بعد سنوات من النشاط البركاني ،مما يشكل موجة جافة قد تستمر لمدة عقود .

٥- على الرغم من أن خزانات الطاقة الحرارية الأرضية تتصف بأنها دائمية لكنه يمكن استنزافها إذا تم استخراج المياه الساخنة بشكل أسرع بحيث لا يمكنها من تجديد نفسها.

٦- من المحتمل أن يؤدي بناء محطات توليد الطاقة الحرارية الأرضية إلى التسبب في عدم استقرار السطح وإحداث الزلازل. اذ يشمل بناء محطة توليد الطاقة الحرارية الأرضية التقليدية حفر الصخور الساخنة التي تحتوي المياه المحاصرة أو البخار مما يسبب انخفاضاً فورياً في الضغط وتشتت البخار فضلاً عن عودة لاحقة مرة أخرى للمياه المستعملة إلى خزان المياه الساخنة يمكن تؤدي هذه الدورة إلى عدم الاستقرار وحدوث الزلازل .

٧- في بعض الحالات تقع مواقع الطاقة الحرارية الأرضية بعيدة عن مراكز المدن ، مما يتطلب شبكة واسعة من شبكات التوزيع الطاقة الكهربائية ، وهذا يزيد من التكلفة الإجمالية لإنشاء نظام الطاقة الحرارية الأرضية.

---

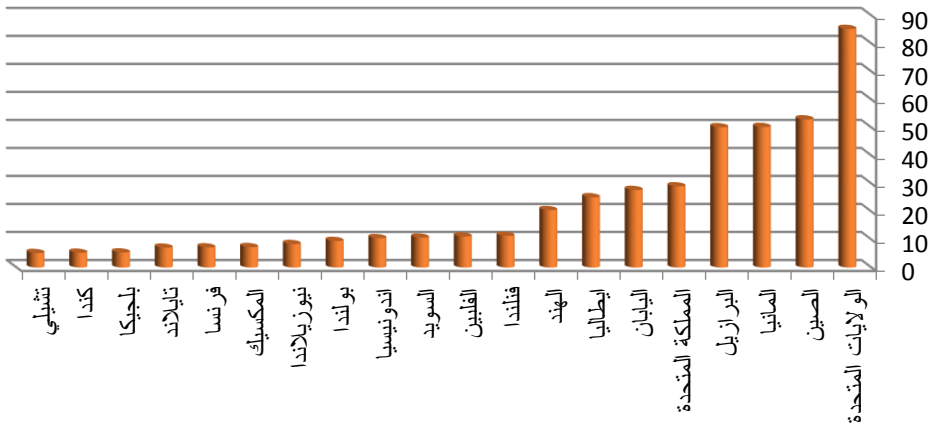
(1) - http://www.conserve-energy-future.com/disadvantages_geothermalenergy.php

جدول (٢٦) تطور انتاج طاقة حرارة جوف الأرض (تيراواط/ساعة) في العالم للمدة ١٩٦٥-٢٠١٥

الدولة	1965	1975	1985	1995	2005	2010	2015	% من مجموع العالم
الولايات المتحدة	0.34	3.56	11	68	72.6	75.1	85.2	16.4
الصين	0	0	0	3	5.3	24.9	52.9	10.2
المانيا	0	1.12	1.6	2	14.4	34.3	50.2	9.7
البرازيل	0	0.86	3.1	5.6	13.6	31.5	50.1	9.7
المملكة المتحدة	0	0	0	1.6	9.1	11.9	29	5.6
اليابان	0	0.37	12.7	15.7	25.3	24.5	27.7	5.3
ايطاليا	2.67	3.98	3.2	4.2	11.5	14.8	25.1	4.8
الهند	0	0	0	0.6	4	11.8	20.5	3.9
فنلندا	0	0	0	6.4	9.5	10.9	11.3	2.1
الفلبين	0	0	5	6.1	9.9	10	11.1	2.1
السويد	0	0.31	1.8	2.4	7.4	12	10.7	2
اندونيسيا	0	0	0	2.2	6.6	9.5	10.5	2
بولندا	0.04	0.33	0.5	0.2	1.5	6.3	9.5	1.8
نيوزيلاندا	1.34	1.78	1.7	2.7	3.6	6.4	8.4	1.6
المكسيك	0	0.51	1.6	6.4	8.1	7.4	7.3	1.4
فرنسا	0	1.41	1.7	2.2	3.9	5	7.2	1.4
تايلاند	0	0	0	0.1	1.9	3.4	7.1	1.4
بلجيكا	0	0.08	0.05	0.3	1.5	4.1	5.4	1.1
كندا	0	0	1.6	5.6	9.1	9.1	5.3	1
تشيلي	0	0.05	0.2	1.9	1.8	2.2	5.2	1
أخرى لم تذكر	0.63	4.09	6.25	10.9	35.12	57.1	73.59	14.2
اجمالي	5.02	18.56	52.6	151	259.22	376.1	518.19	100%

Source:BP Statistical Review of World Energy June 2016

شكل (٤٢) انتاج طاقة حرارة جوف الارض (تيراواط/ساعة) في أكبر دول العالم في عام ٢٠١٥



المصدر: باعتماد الجدول (٢٦) .

رابعاً : الطاقة الشمسية

الطاقة الشمسية Solar Energy هي الطاقة التي ينتجها ضوء وحرارة الشمس، يتم إنتاج الطاقة الشمسية عندما يتم تحويل هذه الطاقة إلى كهرباء.

ويوجد نوعان رئيسان من تكنولوجيا الطاقة الشمسية هما[1] :

١- الطاقة الشمسية الضوئية :

هذه التكنولوجيا تحول أشعة الشمس مباشرة إلى الكهرباء باستعمال الخلايا الضوئية ، يتم الجمع بين الخلايا الشمسية الكهروضوئية في الألواح ، ويمكن وضعها على أسطح المنازل، أو دمجها في تصاميم المباني أو تثبيتها من آلاف الخلايا لإنشاء مزارع محطات الطاقة الشمسية.

٢- الطاقة الشمسية الحرارية:

تحول هذه التكنولوجيا أشعة الشمس إلى طاقة حرارية (أو حرارة) التي كانت تستعمل في الماضي أساسا لتسخين المياه (كما هو الحال في نظام الماء الساخن بالطاقة الشمسية) هذه الطاقة الحرارية يمكن استعمالها لتوليد الكهرباء باستعمال التوربينات البخارية.

(1) - https://arena.gov.au/about/what-is-renewable-energy/solar-energy/

مشاكل الطاقة الشمسية [1] :

١- يحدث إنتاج الطاقة فقط عندما تكون الشمس مشرقة مما يتطلب أنظمة تخزين كبيرة لا سيما في أثناء الليل أو عندما تتلبد السماء بالغيوم هذه المشكلة تجعل الخلايا الشمسية غير فعالة تماماً لأجزاء واسعة من العالم ، على سبيل المثال تتصف مدن سياتل ولندن بالأمطار الكثيرة على طول العام وكذلك غابة الامازون المطيرة التي تمتد لمساحة ٢,١ مليون ميل مربع غير قادرة على استثمار أشعة الشمس لإنتاج الكهرباء وكذلك البلدان حول الدائرة القطبية الشمالية ترى أشعة الشمس لمدة ستة أشهر على التوالي، ثم الظلام لمدة الأشهر الستة التالية .

٢-قلة كفاءة الخلايا الشمسية إذ لا يستثمر من الاشعاع الشمسي سوى ٤٣% من الكمية الواصلة للخلية الشمسية ، بينما تضيع الكمية المتبقية من الاشعة الشمسية كحرارة ، وفي المتوسط يمكن أن تولد لوحة شمسية حوالي(١٠) واط/ساعة لكل قدم مربع ومن ثمَ لتوليد (١) كيلو واط/ساعة ستحتاج إلى ١٠٠ قدم مربع من الألواح الشمسية.

٣- ارتفاع كلف تركيب الألواح الشمسية على منزل ويتطلب أيدي عاملة من ذوي الخبرة لا سيما في أنظمة الألواح الشمسية الثابتة لأن أنظمة المحاذاة يكون تحديد الزاوية الصحيحة للألواح الشمسية صعب جداً.

٤- يفضل بناء مزارع الطاقة الشمسية العملاقة في المناطق الصحراوية ولكن هذه المزارع الكبيرة توجد بعيده عن المدن التي تحتاج للكهرباء مما يتطلب حاجة إلى انشاء خطوط نقل باهظة الثمن لنقل الطاقة إلى الأسواق البعيدة.

٥- ارتفاع تكاليف الصيانة والوقت اللازم لها لأن كل شبر من الألواح الشمسية يجب أن تبقى نظيفة ، اذ تنخفض كفاءتها بشكل كبير عندما يتراكم الغبار والملوثات على أسطح هذه الألواح .

٦-ارتفاع في تكاليف بطاريات خزن الطاقة الشمسية ، اذ يتطلب خزن واط الواحد بحدود (٥) دولار ، بينما يكلف الكيلو واط (٥) آلاف دولار ، وشراء ما يكفي من أحدث البطاريات لتوفير ثلاثة أيام فقط من التخزين يكلف الأسرة الأمريكية حوالي (١٥) ألف دولار ، وهذه البطاريات تستمر فقط لمدة خمس سنوات، كما لا يتم إعادة تدوير هذه البطاريات .

انتاج الطاقة الشمسية :

تحتل الطاقة الشمسيةSolar Energy المرتبة الثامنة في سلم استهلاك الطاقة العالمي ، وبدأ استثمار الطاقة الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية في عام ١٩٨٣ في الولايات المتحدة وبكميات بلغت (٠,٠٠٣) تيراواط/ساعة ، ثم تطور انتاج الطاقة الشمسية ليبلغ عام ٢٠٠٠ (١,٠٩)

(1) - http://www.solarpoweristhefuture.com/problems-with-solar-energy.shtml

تيراواط/ساعة ، ثم بلغ اقصاه عام ٢٠١٥ (٢٥٣,٠٣) تيراواط/ساعة بواقع (٥٧,٢٥٦) مليون طن مكافئ نفط وبنسبة٠,٥% من اجمالي انتاج الطاقة . وتأتي أهمية الطاقة الشمسية من خلال كمية الإشعاع الشمسي الواصل للأرض التي تبلغ (١,٣٦) كيلوواط لكل متر مربع ،وتشير الدراسات أن الميل المربع الواحد وخاصة في الاقاليم الحارة يستلم طاقة شمسية تكافئ(٣,٦٤) مليون برميل من زيت الوقود سنوياً[١] .

ويتركز أكثر من نصف الانتاج العالمي من الطاقة الكهربائية المنتجة من الطاقة الشمسية وبنسبة ٥٨،١% في ستة دول كما في الجدول (٢٧) والشكل (٤٣) وهي الصين والولايات المتحدة والمانيا واليابان وايطاليا واسبانيا وبإنتاج بلغ (٣٩,٢) و (٣٩) و (٣٨,٤) و (٣٠,٩) و (٢٥,٢) و (١٣,٩) تيراواط/ساعة وعلى التوالي .

جدول (٢٧) انتاج الطاقة الشمسية (تيراواط/ساعة) في العالم في عام ٢٠١٥

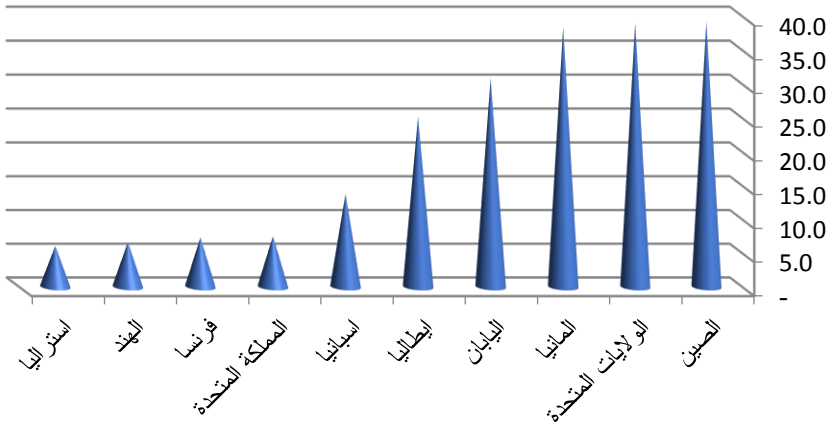
الدولة	الانت	%	الدولة	الانت	%	الدولة	الانتاج	%
الصين	39.	15.	النمسا	0.9	0.3	سنغافورة	0.05	0.01
الولايات المتحدة	39.0	15.4	هولندا	0.8	0.3	الارجنتين	0.03	0.01
المانيا	38.	15.	تايوان	0.8	0.3	كولومبيا	0.03	0.01
اليابان	30.	12.	البرتقال	0.7	0.3	الاكوادور	0.03	0.01
ايطاليا	25.	9.9	الدانمارك	0.6	0.2	كازاخست	0.03	0.01
اسبانيا	13.	5.4	سلوفاكيا	0.5	0.1	نيوزيلاند	0.03	0.01
المملكة	7.5	2.9	اوكرانيا	0.4	0.1	فينزويلا	0.02	0.01
فرنسا	7.3	2.8	المكسيك	0.3	0.1	الكويت	0.02	0.007
الهند	6.6	2.6	الامارات	0.3	0.1	فيتنام	0.02	0.007
استراليا	6.1	2.4	بيرو	0.2	0.01	البرازيل	0.01	0.01
كوريا	3.8	1.5	تركيا	0.2	0.07	بيلاروسيا	0.01	0.01
قبرص	3.5	1.3	بنجلادش	0.2	0.07	فنلندا	0.01	0.01
بلجيكا	3.1	1.2	هنغاريا	0.1	0.03	النروج	0.01	0.003

(١)- أسكوا ، بناء القدرات في نظم الطاقة المستدامة – نهج للتخفيف من الفقر وإدراج قضايا النوع الاجتماعي في الاهتمامات الرئيسية ، نيويورك ، ٢٠٠٣ ، ص ٨٠

كندا	2.5	0.9	ايران	0.1	0.03	اندونيسيا	0.01	0.003
تايلاند	2.4	0.9	ماليزيا	0.1	0.03	ترينداد و توباكو	0.006	0.002
التشيك	2.2	0.8	الفلبين	0.1	0.03	اوزبكست	0.005	0.001
رومانيا	1.9	0.7	السويد	0.1	0.03	اذربيجان	0.004	0.002
جنوب افريقيا	1.9	0.7	ليتوانيا	0.1	0.03	تركمانستان	0.004	0.001
بلغاريا	1.4	0.5	الجزائر	0.1	0.03	ايرلندا	0.001	0.000
تشيلي	1.3	0.5	مصر	0.1	0.03	هونك كونج	0.001	0.0003
سويسرا	1.1	0.4	بولندا	0.05	0.01	العربية السعودية	0.0007	0.0002
باكستان	1.1	0.4	روسيا	0.0	0.01	اخرى لم	3.3	1.3
الكيان الصهيوني	1.0	0.3	قطر	0.05	0.01	المجموع	253.0	100

Source:BP Statistical Review of World Energy June 2016

شكل (٤٣) اكبر عشرة دول في العالم في انتاج الطاقة الشمسية
(تيراواط/ساعة) لعام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (٢٧).

خامساً : الطاقة الحيوية

تعرف الطاقة أو الكتلة الحيوية Biofuels أو الوقود الحيوي بأنه أي وقود يتم الحصول على طاقته من خلال عملية تثبيت الكربون البيولوجي biological carbon fixation وهذه العملية تأخذ الكربون غير العضوي (في شكل CO_2) وتحولها إلى مركبات عضوية. وبعبارة أخرى فإن أي عملية تحول ثاني أكسيد الكربون إلى جزيء يمكن العثور عليه في كائن حي هي عملية تثبيت الكربون.

الوقود الحيوي هو مادة هيدروكربونية يتم صنعها يمكن للإنسان أن يستعمله لتشغيل شيء ما ، ويعد أي وقود هيدروكربوني يتم إنتاجه من مادة عضوية في فترة قصيرة من الزمن أيام أو أسابيع أو حتى أشهر وهو يتناقض مع الوقود الأحفوري الذي يستغرق ملايين السنين لكي يتشكل[1]. ويأتي الوقود الحيوي من الكتلة الحيوية التي يمكن إنتاجها عاماً بعد عام من خلال ممارسات الزراعة المستدامة ،وهذا يعني أن الكتلة الحيوية والوقود الحيوي قابلة للتجديد. ومن أهم أنواع الوقود الحيوي المنتج (الإيثانول) Ethanol (الديزل الحيوي) Biodiesel (الميثانول) Methanol (البيوبيتانول) Biobutanol .

هناك عدد من الطرق لتحويل الكتلة الحيوية (حبات الذرة ، سيقان القصب) إلى الميثانول methanol المادة الاساسية في منتج وقود البانزين، ولكن اهمها طريقة التغويز Gasification وهي تبخير الكتلة الحيوية عند درجات حرارة عالية ثم إزالة الشوائب من الغاز الساخن وتمريرها من خلال محفز الذي يحولها إلى ميثانول.

مشاكل الطاقة الحيوية :

١-نمو انتاج الوقود الحيوي يؤثر سلباً في العملية الإنتاجية الزراعية خاصةً المحاصيل الحقلية مثل حبوب الذره والحنطة ، فضلاً عن عدم كفاية الاراضي الزراعية في العالم التي لاتكاد تلبي حاجة سكان العالم المتنامي من الغذاء ، أي أن استعمال الأراضي الزراعية للوقود الحيوي يمكن أن يكون له الأثر الهائل بالنسبة للدول الأكثر فقراً . فضلاً عن حدوث تغير في استعمالات الأرض مثل تحويل الغابات المطيرة أو أراضي السافانا أو المراعي لإنتاج الوقود الحيوي في البرازيل وجنوب شرق آسيا والولايات المتحدة[2] .

٢- أرتفاع كلف انتاج الوقود الحيوي مقارنةً مع الوقود الأحفوري .

٣- يسهم الوقود الحيوي بإنتاج غازات الاحتباس الحراري مثل غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 وبعض المواد الكيميائية السامة مثل أكسيد النيتروز nitrous oxide .

---

(1) - http://biofuel.org.uk/

(2) - theproblem with biofuel , http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article

٤- ان انتاج المحاصيل وتحويلها الى وقود حيوي يتطلب ذلك وجود طاقة كبيرة ، على سبيل المثال يتطلب إنتاج وقود الإيثانول من الذرة ما يقارب من ٣٠% من الطاقة .

٥- قلة التنوع البيولوجي Biodiversity عند التوجه نحو زراعة كتلة حيوية معينة لتحويلها الى وقود حيوي ، عند التوجة نحو زراعة الذرة الحلوه التي تستعمل في إنتاج الميثانول الحيوي يكون على حساب زراعة ذرة الدقيق وذرة الفشار وغيرها .

انتاج الطاقة الحيوية :

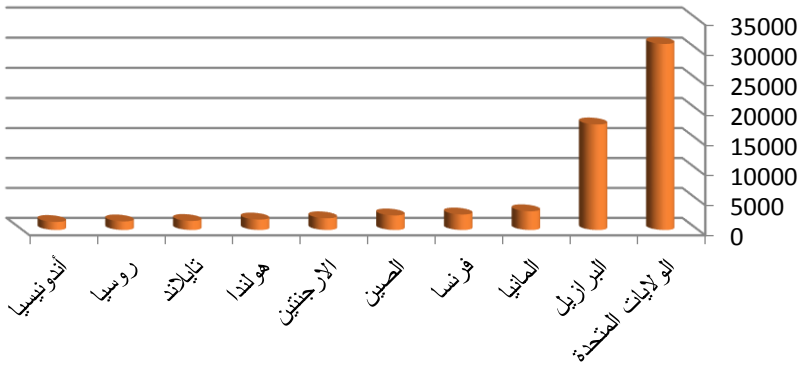
يمثل انتاج الطاقة الحيوية ما يقارب (٠,٠٠٧٤) مليون طناً مكافئ نفط وتمثل نسبة ٠,٠٠٠٥% من اجمالي انتاج الطاقة في العالم ، ويمكن انتاج هذه الطاقة من كتلة الاحياء أي من المواد الحية الموجودة على الكرة الارضية من الفضلات وبقايا المواد الحية النباتية كالخشب والاغصان والحشائش والاشجار والاوراق اليابسة والنباتات المائية والمخلفات الحيوانية والمزروعات ، ويتركز نسبة ٨٦% من انتاج الطاقة الحيوية في العالم كما في الجدول (٢٨) والشكل (٤٤) في عشرة دول وهي الولايات المتحدة الامريكية والبرازيل والمانيا وفرنسا والصين والارجنتين وهولندا وتايلاند واندونيسيا والمكسيك وبإنتاج بلغ (٣٠٩٨٣) و(١٧٦٣٦) و(٣١٣٠) و(٢٥٩٢) و(٢٤٣٠) و(١٩٩١) و(١٧٤٩) و(١٥٠٨) و(١٣٤٤) و(١٠٥٩) طناً مكافئ نفط وعلى التوالي .

جدول (٢٨) انتاج الطاقة الحيوية (طن مكافئ نفط) في دول العالم لعام ٢٠١٥

اسم الدولة	الانتاج	%	اسم الدولة	الانتاج	%
الولايات المتحدة	30983	41.4	كولومبيا	670	0.9
البرازيل	17636	23.6	ايطاليا	621	0.8
المانيا	3130	4.2	بلجيكا	514	0.7
فرنسا	2592	3.5	كوريا الجنوبية	375	0.5
الصين	2430	3.2	الهند	362	0.5
الارجنتين	1961	2.6	النمسا	360	0.5
هولندا	1749	2.3	المملكة المتحدة	359	0.5
تايلاند	1508	2	البرتقال	315	0.4
روسيا	1434	1.9	أستراليا	205	0.3
أندونيسيا	1344	1.8	أفريقيا	69	0.1
كندا	1059	1.4	فلندا	65	0.1
اسبانيا	1005	1.3	المكسيك	53	0.1
بولندا	882	1.2	اخرى لم تذكر	2466	3.2
السويد	701	0.9	مجموع العالم	74847	100

Source:BP Statistical Review of World Energy June 2016

شكل (٤٤) اكبر عشرة دول بانتاج الطاقة الحيوية (طن مكافئ نفط) في عام ٢٠١٥

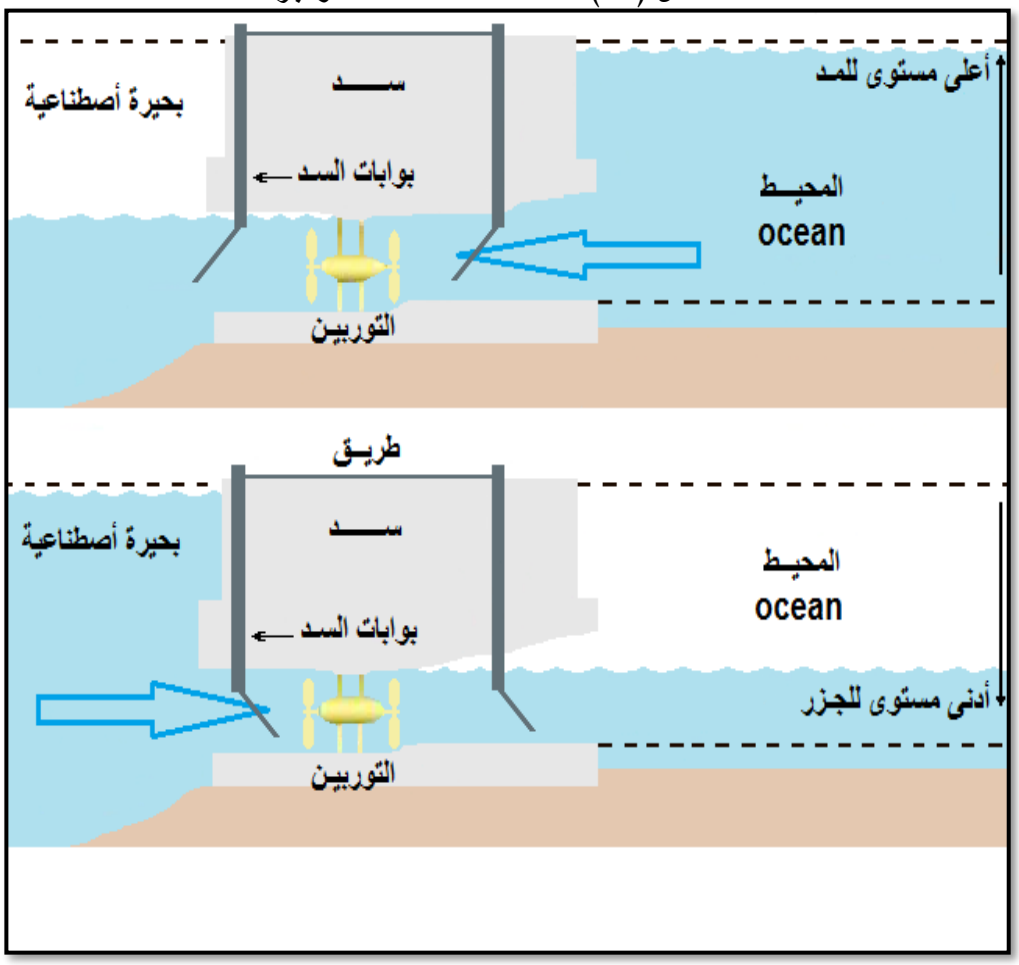


المصدر :باعتماد الجدول (٢٨) .

سادساً : طاقة المد والجزر

تعد طاقة المد والجزر Taidal Powerاحد اشكال الطاقة المتجددة المائية وهي ظاهرة تنشأ بفعل حركة دورية للتيارات المائية الناتجة عن قوة جاذبية القمر والشمس ودوران الأرض حول محورها يسبب تدفق وارتفاع وانخفاض للمياه عبر المحيطات والبحار .وتدخل الانسان في استثمار هذه الظاهرة من خلال انشاء جزر وحواجز(سدود) اصطناعية للأحتفاظ بمياه المد على شكل بحيرات وانشاء عدة فتحات وتوربينات توليد الطاقة الكهربائية . شكل (٤٥) .

شكل (٤٥) مخطط محطة طاقة المد والجز



مميزات طاقة المد والجزر [1] :

١-تتصف بالدائمية ولا يوجد خطر من نضوبها ويمكن الوثوق والتنبؤ بها مستقبلاً لأن انتاجها مرتبط بقوى الطبيعة كقوة جاذبية القمر والشمس وحركة الكرة الأرضية حول محورها .

٢-تتصف التوربينات البحرية بسرعة دورانها مقارنةً مع التوبينات الهوائية لأن كثافة المياه أكثر من الهواء بـ (٨٣٢) مرة، وهذا يعني ان التوربينات البحرية تولد طاقة أكثر من الهوائية .

٣-لا تتطلب معداتها الصيانة كما هو الحال في محطات الوقود الأحفوري .

(1) - https://modernize.com/home-ideas/17633/what-is-tidal-energy

٤-تسهم في الحد من انبعاث غاز ثاني اوكسيد الكربون ، اذ تسهم محطة (سيهوا) في كوريا الجنوبية على سبيل المثال بانخفاض غاز غاز ثاني أوكسيد الكربون (٣٤٠٤٤٠) طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون .

٥-تعد ستراتيجية ناجحة في الدول التي تمتلك المقومات الجغرافية والمادية والبيئية في أستثمار الطاقة المدية في مواجهة ارتفاع اسعار الوقود الأحفوري خصوصاً النفط ومخاطر امداداته . اذ يعادل انتاج محطة سيهوا المدية الكورية بحدود (٨٦٢) ألف برميل من النفط .

٦-تمثل السدود والبحيرات الاصطناعية مناطق سياحية ، ومناطق جذب للنظم الأيكولوجية لا سيما الطيور والأسماك والنباتات ، اذ تجذب بحيرة سيهوا ١٤٦ نوعاً من الطيور وبأعداد تبلغ ٢٣ مليون طائر . فضلاً عن اجتذاب جسر سهوا بطول (١٢,٧) كم للأنشطة الترفيهية والرياضية اذ يزور هذا الجسر سنوياً (١,٥) مليون سائح[١] .

مشاكل طاقة المد والجزر:

١- تأثيرها على النظم الإيكولوجية للمحيطات ، اذ تؤثر التوربينات السدود الاصطناعية على الأحياء البحرية من خلال مشاكل الحركة والهجرة للأسماك .

٢-نتيجة اعتماد هذه الطاقة على حركة المد والجزر لذا يتم توليد الطاقة بين (٦-٣) ساعات خلال اليوم ،في حين يزداد الطلب على الطاقة في ساعات اخرى مما يتطلب تخزين الطاقة في بطاريات لا تزال مكلفة .

٣-يمكن ان تسبب السدود الاطناعية التي تنشأ عند مصبات الأنهار في رفع مستويات الملوحة التي تضر بالنباتات والكائنات الحية في المنطقة .

٤- لا يمكن توليد الطاقة المدية إلا في عدد مختار ومحدد من الأماكن من العالم ، لا سيما تلك السواحل التي تتصف بانتشار الجزر فيها وارتفاع المد على ان لا يقل عن (٤) متر .

٥-تؤثر السدود في تباطئ حركة المياه في مصبات الأنهار مما يؤدي تراكم الرواسب والطمي عند مداخل الأنهار .

٦-ارتفاع كلفة انشاء محطة توليد طاقة المد والجزر تبعاً لقدرتها التوليدية وارتفاع اوقات إنشائها ، اذ قدرت كلفة مشروع مصب سيفرن في المملكة المتحدة ذات قدرة توليدية (٨) آلاف ميكاواط بـ (١٥) مليار دولار ، بينما تبلغ التكلفة (٣) مليار دولار في محطة سان برنادينو في الفلبين ذات قدرة (٢٢٠٠) ميكاواط[٢] .

---

(1) - https://www.hydropower.org/blog/technology-case-study-sihwa-lake-tidal-power-station

(2) - http://renewableenergydev.com/tidal-energy

وفيما يتعلق بالتوزيع الجغرافي لطاقة المد والجزر فهي تنتشـــر في مناطق محدودة من العالم لارتباطها بعوامل جغرافية محددة تتصـــف بها بعض الدول كما يتبين من الجدول (٢٩) والشـــكل (٤٦)ومنها كوريا الجنوبية التي يتركز بها أكثر من نصف القدرات التصميمية لطاقة المد والجزر في العالم (٥١١) ميكاواط بنسبة ٥١,١% ويتصف البحر الأصفر قبالة الساحل الغربي لكوريا الجنوبية بتوفير الظروف المثالية لاستثمار طاقة المد والجزر المتمثلة بظاهرة المد الكبير، وتمثل مشاريع توليد الطاقة المدية أحدى جهود سياسات الحكومة الكورية لتوسيع امدادات الطاقة المتجددة لاسيما حول خليجي إنشيون و غيونغي المخطط له انشاء ثلاثة محطات لتوليد طاقة المد والجزر بقدرة (١٣٢٠) ميكاواط بالقرب من جزر غانغوا الســـت في هذا الخليج لأجل تزويد مدينة إنشـــيون الكورية بالطاقة الكهربائية المدية .

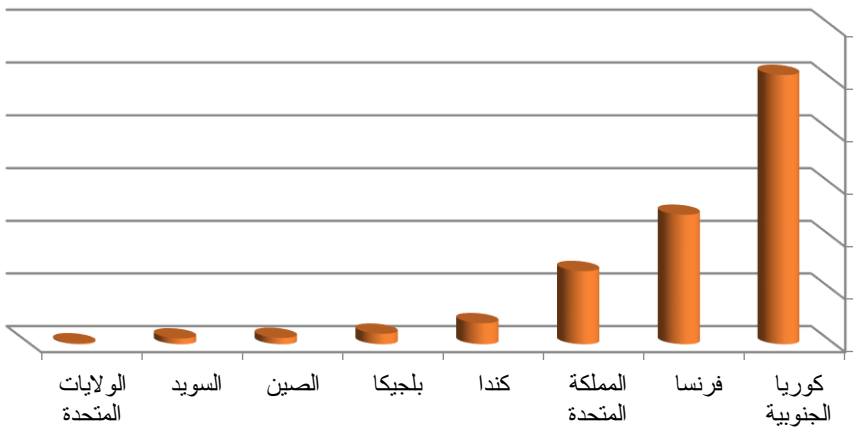
تأتي في المرتبة الثانية فرنســـا بامتلاكها ربع طاقة المد والجزر العالمية بنســـبة ٢٤,٦% ، ثم تأتي المملكة المتحدة بنسبة ١٤% ثم تأتي بنسب قليلة كل من كندا وبلجيكا والصين والسويد والولايات المتحدة بنسب ٤% و٢% و١,٢% و١,١% و٠,١% من اجمالي القدرة التصميمية لانتاج طاقة المد والجزر .

جدول (٢٩) اكبر دول العالم في استثمار طاقة المد والجزر في عام ٢٠١٥

اسم الدولة	القدرة التصميمية	%
كوريا الجنوبية	511	51.1
فرنسا	246	24.6
المملكة المتحدة	139	14
كندا	40	4
بلجيكا	20	2
الصين	12	1.2
السويد	11	1.1
الولايات المتحدة	1.7	0.1
المجموع	998.7	100

Source:BP Statistical Review of World Energy June 2016

شكل (٤٦) اكبر دول العالم في استثمار طاقة المد والجزر (ميكاواط) في عام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (٢٩) .

أهم محطات طاقة المد والجزر في العالم هي[1] :

١-محطة سيهوا : Sihwa tidal power

تعد محطة طاقة المد والجزر فى بحيرة سيهوا الواقعة على بعد حوالى ٤ كم من مدينة سيهيونج بمقاطعة جيونجى بكوريا الجنوبية اكبر محطة للطاقة المد والجزر فى العالم. ويقدرة انتاجية تبلغ ٢٥٤ ميجا واط، ، وأنشئت عام ٢٠١١ ويعتمد توليد الطاقة على تدفقات المد والجزر عبر سد بطوله ١٢,٧كم وبحيرة مساحتها ٥٦,٥كم مربع ، ووجود عشرة توربينات بحرية ذات سعة ٢٥,٤ميكاواط . وتبلغ الطاقة الإنتاجية السنوية للمحطة ٥٥٢,٧ جيجا وات/ساعة.

٢-محطة لارانس : La Rance tidal power

تقع على مصب نهر رانس في بريتاني بفرنسا، تعمل منذ عام ١٩٦٦ مما يجعلها أقدم وأكبر محطة لطاقة المد والجزر في العالم. تبلغ طاقتها التصميمية ٢٤٠ ميكاواط ، ويبلغ معدل انتاجها ٦٠٠ جيجا واط/ساعة. وتبلغ مساحة الحوض للبحيرة الاطناعية للمحطة ٢٢كم مربع ، ويتم إنتاج الطاقة من خلال ٢٤ توربينات لمبة بحرية . يتميز موقع لارانس بارتفاع المد بمعدل ٨,٢ متر ويصل في فصل الربيع أقصاه ١٣,٥ متر ، وهو الأعلى في فرنسا، ويتم تزويد (١٣٠) ألف أسرة بالكهرباء .

(1) - http://www.power-technology.com/features/featuretidal-giants---the-worlds-five-biggest-tidal-power-plants

٣-محطة خليج سوانسي : Swansea Bay tidal power

تقع في خليج سوانسي في المملكة المتحدة، بطاقة تصميمية ٢٤٠ ميجاواط ، ويتميز الموقع بارتفاع المد فيه بمعدل ٨,٥ متر ، وبناء جدار بحري طوله ٩,٥ كم ، ويبلغ حجم البحيرة ١١,٥ كم مربع ، تقدر طاقة توليدها السنوية ٤٠٠جيجا واط/ساعة ، ويتم تزويد أكثر من (١٢٠) الف منزل .

٤-محطة ميجن : MeyGen Tidal power

تقع في بينتلاند فيرث قبالة الساحل الشمالي من كيثنيس باسكتلندا، هو حاليا أكبر مشروع توربينات للمد والجزر تحت الماء في العالم قيد التطوير. وتبلغ طاقة المشروع ٣٩٨ ميكاواط . تتكون المحطة من ستة توربينات ذات أقطار ١٨ متر .

٥-محطة أنابوليس : Annapolis tidal power

تقع في حوض أنابوليس، وهو حوض فرعي من خليج فاندي في كندا، لديها قدرة تصميمية ٢٠ميكاواط ، ويبلغ مجموع انتاجها السنوي ٥٠ جيجاواط/ساعة تصل لأكثر من (٤) آلاف منزل. انشأت المحطة عام ١٩٨٤ ، وتتكون محطة توليد الكهرباء من أربعة توربينات ذات شفرة واحدة ، ويتم غلق البوابات عندما يحدث المد والجزر في الروافد السفلى لنهر أنابوليس في اتجاه المنبع. ثم تفتح البوابات وتصرف المياه بسرعة في اتجاه البحر لدفع التوربينات لتوليد الطاقة .

وتمتلك كندا امكانات واعدة في استثمار طاقة المد والجزر في المستقبل خاصة في الممر المائي ميناس Minas Passage في خليج فاندي في نوفاسكوتيا لانه واحد من اكبر المواقع في العالم في ارتفاع المد بمتوسط سنوي ١٠,٨متر ، وبقدرة توليدية محتملة (٣٠٠) ميكاواط[1] .

سابعاً : طاقة الأمواج Waves Energy

هي الطاقة المستمدة من أمواج المحيطات أو البحار من خلال الحركة العمودية للأمواج بفعل حركة الرياح على سطح المحيط ، وتحول طاقة الموجة حركة الموجات والمحيطات المستمرة الى كهرباء عن طريق وضع معدات على سطح المحيطات تلتقط الطاقة الناتجة عن حركة الموجة وتحول الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربائية ، يرجع تاريخ اكتشافها منذ وقت بعيد الى عام ١٧٩٩ على يد العالم الفرنسي جيرار وأبنائه عندما قدموا براءة اختراع في طاقة الموجة ، وفي عام ١٩٤٠ طور العالم الياباني يوشيدا ماسودا طاقة الأمواج حتى أصبح يلقب أب تكنولوجيا الطاقة الموجية الحديثة عام ١٩٦٣ ، وأكتسبت طاقة الأمواج أهمية كبيرة عام ١٩٦٣ عندما اكتشف ستيفن هيو سالتر جهاز طاقة الموجة المعروف بجهاز (موجة سالتر) .

(1) - http://tidalenergytoday.com/2016/08/19/who-leads-the-world-in-installed-tidal-power-capacity

فيما يتعلق بالتوزيع الجغرافي لاستثمار طاقة الأمواج فإن نسبة ٢% من المياه الساحلية في العالم لديها امكانية استثمار هذه الطاقة وذلك لخصائص الأمواج كالسرعة والطول وكثافة المياه اي يمكن انتاج طاقة كهربائية من أمواج المحيطات تقدر بـــــ (٢) مليون ميكاواط [١]أهم الدول المنتجة لطاقة الأمواج هي :

١-استراليا :

تمتلك استراليا طاقة أمواج كبيرة على طول خط الساحل الممتد من منطقة جيرالتدون حتى الحافة الجنوبية من تسمانيا ، ولها القدرة على توليد ١٣٠٠ تيراواط/ساعة في السنة ،اي ما يعادل خمسة أضعاف احتياجات استراليا من الطاقة الكهربائية ، توجد محطة قبالة جزيرة جاردن نوع (CETO 5) بقدرة ٢٤٠ كيلوواط .

٢-الولايات المتحدة :

تقدر طاقة الأمواج على طول الجرف القاري قبالة السواحل الغربية في الولايات المتحدة على توليد طاقة كهربائية (٢,٦٤٠) تيرا واط/ساعة ، أي ما يعادل ٦٥% من حجم استهلاك الطاقة في الولايات المتحدة في عام ٢٠١٥[٢] .

٣-المملكة المتحدة :

يوجد في بريطانيا أكبر امكانات لطاقة الأمواج بنسبة ٥٠% في القارة الأوروبية ، وتعادل امكانات طاقة الأمواج عند أستثمارها بـــــ ٢٠% من استهلاك المملكة المتحدة من الكهرباء ، وتعد بريطانيا رائدة في تكنولوجيا طاقة الأمواج .

٤-أسكتلندا :

أنشئت أول محطة لطاقة الأمواج في العالم في أسكتلندا بجزيرة إسيلاي ، كما يوجد فيها أكبر مزرعة محطة أمواج في العالم تقع بالقرب من لويس قبالة الساحل الشمالي الغربي بقدرة (٤) ميكاواط تزود ٣٠ ألف منزل بالطاقة الكهربائية [٣] .

(1) – https://www.thinkglobalgreen.org/WAVEPOWER.html

(2) –https://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=hydropower_wave

(3) – https://www.thinkglobalgreen.org/WAVEPOWER.htm

مميزات طاقة الأمواج [1] :

١-تتصف بالتجدد وعدم النفاذ لاعتمادها على حركة الرياح في نشأتها .

٢-تعد طاقة نظيفة وآمنه لأنها تنتج من الأمواج ولا تستعمل الوقود الأحفوري .

٣-يمكن استثمارها على نطاق واسع في المدن الساحلية المأهولة بالسكان .

٤-إمكانية التنبؤ بها بسهولة ومعرفة كمية الطاقة المتوقع انتاجها .

مساوئ طاقة الأمواج :

١-غير متوافرة في جميع الأماكن بسبب مصدرها (الأمواج) اذ ينحسر استثمارها في المناطق والمدن الساحلية القريبة من المحيطات فقط .

٢-التأثير على النظام البيئي البحري لاسيما في القاع والأحياء القريبة من الشاطئ كالسرطانات ونجم البحر .

٣-تؤثر هذه المحطات في طرق النقل لسفن الشحن والسفن السياحية والمركبات الترفيهية ورواد الشاطئ .

٤-يتأثر الانتاج بمعدل طول وأرتفاع وسرعة الموجة ومعدل كثافة المياه التي يعتمد جميها الرياح التي تتأثر باضطرابات وتقلبات الطقس السائد فوق المحيط .

٥-بالرغم من التطور التكنلوجي في صناعة طاقة الأمواج لكنها لا تزال عالية التكلفة ، اذ تقدر تكلفة انتاج الكيلوواط بحدود (٧,٥) سنت مقارنةً مع الفحم (٢,٨) سنت و(٣) سنت للغاز الطبيعي .

٦-الضوضاء والتلوث البصري الذي تسببه حجم الآلات في جمالية السواحل البحرية .

ثامناً : طاقة النفايات : Waste To Energy (WTE)

طاقة النفايات هي توليد الطاقة في شكل الحرارة أو بخار أوكهرباء من النفايات ، وتعمل هذه الطاقة تحويل المواد غير القابلة لإعادة التدوير من خلال عمليات مختلف تشمل التكنولوجيات الحرارية وغير الحرارية . وينتج بني البشر ٢,١ مليار طن/سنوياً من النفايات (الورق والكرتون ونفايات الطعام ومقتطفات العشب والأوراق والخشب والمنتجات الجلدية والبلاستيك والمعادن والمواد الاصطناعية وغيرها) ، ان تراكم هذه النفايات باستمرار لا يمثل مشكلة لدولة واحدة فحسب بل يهدد جميع دول العالم ومن ثم يهدد البيئة بشكل عام ، حتى أصبحت المشكلة مؤكدة حتى ان بعض البلدان المتقدمة بدأت بتصدير نفاياتها الى دول العالم الثالث ، في حين بدأت بعض الشركات باتخاذ خطوات مثل إعادة

(1) - http://www.conserve-energy-future.com/advantages_disadvantages_waveenergy.php

تدوير النفايات بينما عدد محدود من الدول أعتمدت أحدث اتجاه لتحويل النفايات الى طاقة ، ففي عام ١٨٨٥ بنى الجيش الأمريكي أول مرمى للنفايات في جزيرة الحاكم Governor's Island وفي العام نفسه بنيت أول محرقة في ألغيني Allegheny في بنسلفانيا وفي نهاية ثلاثينات القرن الماضي تم بناء ٧٠٠ محرقة في الولايات المتحدة وأنخفض هذا العدد الى ٢٦٥ في عام ١٩٦٦ بسبب مشاكل انبعاثات الملوثات ويفعل القيود المفروضة لحماية البيئة وفي أوائل القرن العشرين بدأت الولايات المتحدة تولد الكهرباء أو البخار من النفايات ، وبعد الحرب العالمية الثانية ونتيجة اعادة اعمار اوروبا ولمحدودية الأراضي المخصصة لدفن النفايات ولأرتفاع أسعار النفط عمدت دول أوروبا تطوير تقنيات وتكنلوجيا تحويل النفايات الى طاقة[١] .

وهنالك ثلاث تكنولوجيات تحول النفايات الى طاقة هي[٢]:

١-الأحتراق المباشر : direct combustion

الطريقة الأكثر شيوعاً لتوليد الطاقة من النفايات هوالحرق المباشر ، حيث يتم حرق المواد العضوية الناتجة عن النفايات في درجات حرارة عالية. وتسمى معالجة النفايات التي يتم إجراؤها التي تنطوي على درجات حرارة عالية (العلاج الحراري). وتنتج عملية الاحتراق بخار عالي الضغط يتم تحويله الى طاقة كهربائية باستعمال توربين بخاري ومولد كهربائي ، كما يمكن انتاج الماء الساخن ذات الضغط العالي التي يمكن استعمالها في الصناعة أو التدفئة المنزلية ، وتقوم عدة بلدان في العالم لا سيما في أوروبا باستعمال الحرق المباشر للنفايات كوسيلة بديلة لإنتاج الطاقة كالسويد وألمانيا ولوكسمبورغ .

٢-الانحلال الحراري : pyrolysis

هو التحلل الحراري والكيمياوي للمواد العضوية في النفايات في درجات حرارة مرتفعة بمعزل عن الهواء ، وتحدث عملية الانحلال الحراري في درجات حرارة (٧٥٠) فهرنهايت (٤٠٠) مؤوية ، ويتم تحويل الغاز الناتج عن عملية التفاعل الى مواد هيدروكاربونات سائلة مثل الديزل الحيوي يستعمل في توليد الكهرباء .

---

(1) - http://www.renewableenergyworld.com/articles/2014/01/an-independent-engineering-evaluation-of-waste-to-energy-technologies.html

(2)http://www.arc21.org.uk/opencontent/?itemid=27&section=Residual+Waste+Project .

٣-التغويز : gasification

يعرف التغويز بأنه التحويل الحراري للمواد العضوية عند درجة حرارة (١٠٠٠-٢٨٠٠) فهرنهايت (٥٤٠-١٥٤٠) مؤوية مع كمية محدودة من الأوكسيجين مما ينتج غازاً متناظراً وهو غاز الميثان .

المراحل التي تمر بها عملية انتاج الطاقة من النفايات[1] :

١-تنقل النفايات المنزلية والتجارية وغيرها الى وحدة تجهيز النفايات .

٢-بواسطة رافعة ترفع النفايات الى وحدة حرق النفايات لحرقها بدرجات حرارة أكثر من ١٨٠٠-٢٠٠٠ فهرنهايت .

٣-الغازات الساخنة المنتجة من عملية حرق النفايات تمر الى المرجل لتسخين المياه وانتاج البخار الجاف عالي الضغط في وحدة صناعة البخار .

٤- ينقل البخار لإدارة التوربين البخاري الذي بدوره يدور المولد الكهربائي ومن ثم انتاج الكهرباء ونقلها للشبكة المحلية .

٥- بعد نهاية عملية صناعة البخار وانتاج الكهرباء تتم معالجة تبريد البخار عن طريق المكثفات ويتم انتاج المياه التي تضخ للمنطقة السكنية المجاورة للمحطة .

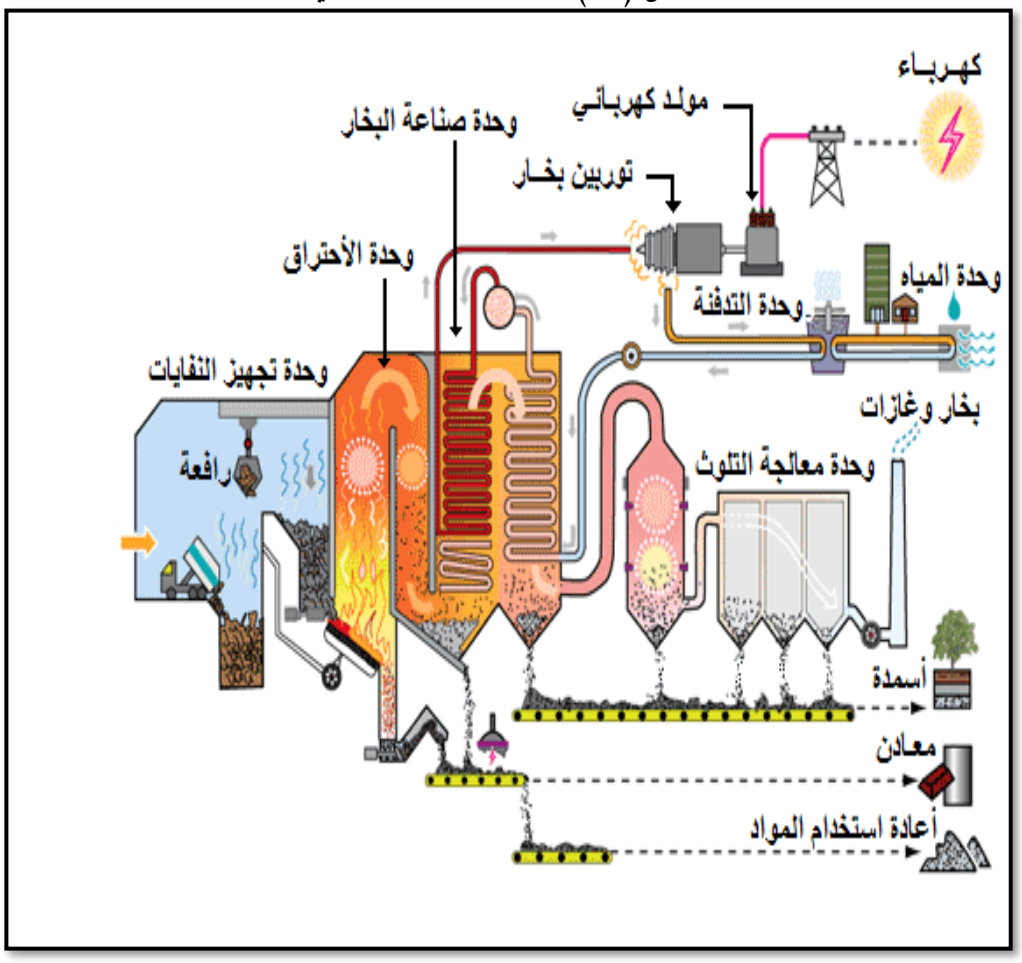
٦- يوجه جزء من المياه الساخنة الى المنطقة السكنية المجاورة للمحطة خصوصاً خلال فصل الشتاء .

٧- جزء من الغازات الساخنة المنتجة من عملية حرق النفايات لتدفئة المنطقة السكنية خلال فصل الشتاء .

٨- يمر الرماد المحترق عبر شاحن الرماد الى نظام وحدة معالجة الرماد الذي تستخرج منه المعادن لأعادة تدويرها في المحطة أو يستعمل جزء منها كمواد أولية في صناعة مواد التشييد والبناء ، شكل (٤٧) .

(1) - http://www.keppelseghers.com/en/content.aspx?sid=3033

شكل (٤٧) مخطط محطة طاقة النفايات



مميزات محطات النفايات :

أ–تعد صديقة للبيئة وهي وسيلة ملائمة وبديل عن مكبات ومدافن ومحارق النفايات ، اذ تحرق بعض المحطات ١٠٠٠ طن من النفايات في غضون ٢٤ ساعة ، وبذلك فهي تساهم بتقليل حجم النفايات في البيئة بنسبة ٩٠% .

ب – انتاج بعض المواد من مخلفات حرق النفايات تستعمل صناعة مواد البناء والتشييد .

ج – اعادة استعمال الرماد المتبقي في الترب الزراعية .

د– تحويل جزء من المياه الحارة والبخار والغازات لتدفئة المنازل لاسيما في فصل الشتاء.

هـ – تسهم أجهزة تنقية الغازات الكيميائية والمرشحات النسيجية والمرسبات الكهروستاتيكية في ازالة الجسيمات الضارة وتفكيك المواد الكيمياوية المعقدة الى مركبات بسيطة أقل ضرراً للبيئة.

و– تسهم طاقة النفايات في الحد من اعتماد مصادر الطاقة الأحفورية .

أهم الدول المستثمرة طاقة النفايات :

١-الولايات المتحدة الأمريكية :

تنتشـــر في الولايات المتحدة ٧١ محطة من محطات توليد الطاقة من النفايات في عام ٢٠١٥ بطاقة توليدية ٢,٣ جيجا واط ، وتنتشر هذه المحطات في ٢٠ ولاية ، وتم حرق ٢٦ مليون طن من النفايات في هذه المحطات خلال عام ٢٠١٥ وتمثل نســـبة ٣٤% من مجموع النفايات في البلاد وأنتجت بحدود ١٤ مليار كيلوواط/ساعة وتمثل نسبة ٠,٤% من انتاج الولايات المتحدة من الكهرباء ، ويتركز خمس انتـاج هذه المحطـات في ولايـة فلوريـدا ، وتعد محطـة بـالم بيتش في فلوريـدا Florida's Palm Beachأكبر محطة لتوليد الطاقة من النفايات في الولايات المتحدة [١] .

٢-السويد :

أنشـــأت الســـويد عدة محطات لحرق النفايات من أجل توليد الطاقة الكهربائية ولأغراض التدفئة وهي واحدة من أنجح الدول في تحويل النفايات إلى طاقة لا سـيما بعد ان فرضـت ضـرائب على انتاج الوقود الاحفوري منذ عام ١٩٩١ ، وبذلك فان طاقة النفايات يلبي حوالي ٢٠% من احتياجات الشبكة الوطنية الســـويدية لتدفئة المنازل خلال فصـــل الشـــتاء المتجمد بواقع ٩٥٠٠٠٠ منزلاً بينما تزود ٢٦٠٠٠٠ منزلاً بالتيار الكهربائي. كما ان السويد لا تجمع فقط النفايات المنزلية والصناعية الخاصة بها ولكن تستورد هذه النفايات ١,٥ مليون طن في عام ٢٠١٦ من الدول الأوروبية المجاورة لاسيما بريطانيا والنروج من أجل إعادة تدويرها أو اســـتعمالها وقود في محطات حرق النفايات. وتســـتهلك الســـويد نســـبة ٩٦% من النفايات لأنتاج الطاقة في حين ٤% فقط من النفايات المنزلية ينقل إلى مواقع طمر النفايات .

٣-الدانمارك :

تعد الدانمارك من أكثر بلدان العالم في اســتثمار مصــادر الطاقة المتجددة التي تســهم بنســبة ٥٦% من اجمالي الاستهلاك الطاقة فيها .

(1) - https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=25732

الفصل الثامن

الطاقة الكهربائية

اصبحت الطاقة الكهربائية عنصراً أساسياً في حياة الانسان ولا يمكن الاستغناء عنها، حيث أصبحت تستعمل في الحياة المنزلية لتشغيل الكثير من الأجهزة للتسخين وللتبريد وللانارة وغيرها ، ولا غنى عنها في اقامة المشاريع الصناعية والزراعية والتجارية والحكومية ، بل أصبحت واحدة من أهم مقومات التنمية في مختلف القطاعات الاستهلاكية كالمنزلي والصناعي والزراعي والتجاري والحكومي ، ويعد انتاج الطاقة الكهربائية من أهم مؤشرات قياس درجة تقدم الأمم أو تخلفها وذلك من خلال اعتماد معيار يقوم على معدل نصيب الفرد من استهلاك الطاقة الكهربائية .

أولاً : أنواع محطات الطاقة الكهربائية :

تتعدد أنواع محطات الطاقة الكهربائية التقليدية في العالم وتشمل(البخارية والغازية).

١-المحطات البخارية : Steam Electricity Generation Plants

التوربينات البخارية هو جهاز ميكانيكي يستخرج الطاقة الحرارية من البخار المضغوط ويحوله إلى عمل ميكانيكي. ولأن التوربينات تولد الحركة الدورانية فإنها مناسبة بشكل خاص لأدارة المولدات الكهربائية . واخترع السير تشارلز بارسونز أول توربينات بخارية في عام ١٨٨٤. متصلة دينامو، التوربينات تنتج ٧,٥ كيلوواط من الكهرباء. وتتراوح التوربينات البخارية من وحدات ٠,٧٥ كيلوواط إلى وحدات ١,٥ جيجاوات. وتستعمل توربينات كبيرة لتوليد الكهرباء.

ويعتمد اختيار موقع المحطة الحرارية عدة عوامل منها :

أ-القرب من مصادر المياه ، اذ تتطلب المحطة الحرارية كميات كبيرة من المياه لصناعة البخار ولأغراض التبريد ، على سبيل المثال أنشات محطت المسيب الحرارية في محافظة بابل ذات سعة (١٢٠٠) ميكاواط على مجرى نهر الفرات للحصول المياه التي تقدر بـــ (١٥٥٠٠٠) م٣/ساعة منها (٥٠٠٠) م٣/ساعة لصناعة البخار و(١٥٠٠٠٠) م٣/ساعة لأغراض التبريد ، كما توطنت محطة الهارثة الحرارية ذات قدرة تصميمية (٤٠٠) ميكاواط في محافظة البصرة على مجرى شط العرب لحاجتها الكبيرة للمياه التي تقدر بـــ (٦٤٢٠٠)م٣/ساعة منها (٢٠٠) م٣/ساعة لصناعة البخار و(٢٤٠٠٠) م٣/ساعة لأغراض التبريد .

ب- توافر أمدادات كافيه من الوقود ، اذ لابد من توافر مصادر الوقود المتمثلة بالقرب من مصافئ التكرير أو بالقرب من الحقول النفطية .

ج- تتطلب أيدي عاملة فنية لما تتميز به هذه المحطات من أهمية تكنلوجية منذ بدايات صناعة البخار في وحدة الغلاية (Boiler) وعمليات إدارة التروس في التوربين او عند تبريد المياه في المكثفات وعمليات ضخ الوقود ومعالجة المياه ونقل الانتاج من المحطة والتحكم به وتوزيعه ، وتتم هذه العمليات ألكترونياً عن طريق غرف تحكم وسيطرة لذلك تتطلب هذه المحطات أيدي عاملة فنية ماهرة .

د- يظهر تأثير عامل النقل في تجهيز الوقود للمحطات من خلال شـــبكة خطوط أنابيب نقل الوقود التي أسهمت في حرية انتشار المحطات سواء بالقرب من مصادر الوقود أم بعيداً عنها بسبب الخصائص الفنية والاقتصـــادية لهذه الخطوط وشـــبكة الأنابيب ، كما تظهر أهمية النقل في نقل الانتاج وتوزيعه للمســـتهلك من خلال شـــبكات خطوط نقل الطاقة المتمثلة خطوط فائقة القدرة (٤٠٠) K.V وخطوط ضـــغط عالٍ (١٣٢) K.V وقدرتها على نقل الطاقة الكهربائية لمســـافات طويلة ســـاهمت في توجيه توطن المحطات نحو مصادر الوقود بدلاً من عامل السوق .

هـ - تتطلب المحطات الكهربائية لا سيما البخارية لمساحات كبيرة من الأرض لتعدد أجزاء المحطة وتخزين الوقود ولمســـاحات تشـــييد أجزاء المحطة من وحدات توليد وغلايات (Boilr) ووحدات ضـــخ الوقود ووحدات تحلية المياه ومســـاحات منشـــآت الإدارة والتحكم والســـيطرة ومخازن قطع الغيار فضـــلاً عن مســـاحات واســـعة لانشـــاء شـــبكات توزيع داخل المحطة للســـيطرة والتحكم بالإنتاج ويتطلب عند توفر الأرض ان تكون مســـتوية وذات صـــخور قوية ومتماســـكة ، وأن يكون موضـــع المحطة مرتفعاً عن مخاطر الفيضانات .

و- يؤخذ في الأعتبار أن يكون موقع المحطة بعيداً عن المناطق الحضـــرية والســـكنية وذلك لتجنب الضوضاء والتلوث من جانب ومراعات اتجاه الرياح دون جلب مخلفات وملوثات الى المدن من جانب آخر[١] . فضلاً عن توافر أجهزة معاجة الملوثات .

تتميز المحطات البخارية عن بقية المحطات ببعض الخصائص منها :

١-تســـتعمل هذه المحطات الوقود بحســـب أنواعة المتوافرة كالنفط الخام وزيت الوقود وزيت الديزل وزيت الغاز والغاز الطبيعي .

٢-أمكانية أســـتعمالها في تحلية المياه المالحة ، الأمر الذي يجعلها ثنائية الانتاج خاصـــة الدول التي تقل فيها مصادر المياه العذبة .

٣-تتميز بسعات تصميمية عالية لاتقل وحداتها عن (٥٠٠) ميكاواط .

٤-لسعاتها التصميمية العالية ولكفاءتها عادةً ما تستعمل لتغطية الحمل الأساسي .

ومن أهم مساوئ المحطات البخارية هي :

١-تتطلب صناعة البخار الذي يدخل التوربين ، كما يحتاج البخار بعد دورة الانتاج الى أجهزة أخرى للتبريد وإعادة التكثيف مما يرفع كلفة رأس المال الاستثماري عند إنشاء هذا النوع من المحطات.

٢-لتعدد أجزاء المحطات البخارية تتطلب لأيدي عاملة كبيرة وكميات كبيرة من الوقود مما يرفع الكلفة التشغيلية لها مقارنةً مع المحطات الأخرى .

---

(١) - وحيد مصطفى أحمد ، توليد الطاقة الكهربائية ، الطبعة الأولى ، القاهرة ، ٢٠٠٧ ، ص ١٧٧ .

٣-تتأثر بشكل كبير بانخفاض مناسيب المياه لأهميتها في صناعة البخار ولأغراض التبريد .

٤-طول فترة تشغيل المحطة وإنتاج الطاقة لا سيما فترة إنتاج البخار .

٥-تسهم في تلوث البيئة من خلال استعمال أنواع ثقيلة من الوقود كالنفط الخام وإستعمالها الى المياه المعالجة بالمواد الكيمياوية بكميات كبيرة لأغراض التبريد الأمر الذي يؤثر في رفع الملوثات الكيمياوية في المياه السطحية والجوفية والتربة .

٢- المحطات الغازية :

تمتاز المحطات الغازية عن غيرها من المحطات بعدة خصائص :

١-الغازات الساخنة الناتجة عن الاحتراق في المحطات الغازية تدخل الى التوربين مباشرة ، حيث تتمدد وتدير التوربين ، بينما يحتاج الأمر الى جهاز منفصل (المرجل Boiler) في المحطات البخارية حيث تتم عملية الأحتراق وأنتاج الغازات الساخنة لانتاج مادة وسطية وهي البخار .

٢-ان دخول الغازات الساخنة الى التوربين مباشرة دون الحاجة الى صناعة البخار كما في المحطات البخارية يؤدي الى اختصار زمن التشغيل وسرعة ربط التوربين الغازي مع شبكة التوزيع والتجاوب مع أحمال الذروة والحالات الطارئة .

٣-الغازات العادمة الناتجة عن المحطات الغازية تخرج الى الجو مباشرة بينما يحتاج البخار الذي يخرج من المحطات البخارية أجهزة أخرى للتبريد وإعادة التكثيف (Condenser) .

٤-ان وجود (المرجل والمكثف وأبراج التبريد والمداخن)في المحطات البخارية يرفع الكلفة الرأسمالية بشكل كبير الأمر الذي يعطي المحطات الغازية ميزة انخفاض التكاليف الرأسمالية بنسبة لا تزيد عن ٤٠% من الكلفة الرأسمالية للمحطات البخارية .

٥-لا تحتاج المحطات الغازية الى عمليات تبريد كتلك التي تحتاجها المحطات البخارية مما يجعلها أكثر ملائمة للأماكن التي تعاني من شحة المياه .

٦-تتميز بسرعة التشغيل والايقاف التي يتراوح زمن تشغيلها بين دقيقتين إلى عشرة دقائق.

٧-عادةً ما تستعمل في أوقات حمل الذروة أو محطات إضافية (مساعدة) للمحطات البخارية .

٨-امكانية استعمال توربينات غازية ذات دورة مركبة تجمع بين توربين غازي يغذيه الغاز الطبيعي وتوربين بخاري تغذيه الحرارة الناتجة عن التوربين الغازي ، وهذا الدمج يسمح بفضل استعادة الحرارة للحصول على نسبة أنتاج كهرباء تصل الى ٥٥% مقارنة مع ما ينتجه التوربين الغازي البسيط وهو ما يعادل ٣٠-٤٠%[١] .

---

(١) – جان ماري شوفالييه ، معارك الطاقة الكبرى ، ترجمة لميس عزب ،كتاب العربية ،الطبعة الأولى ، الرياض ، ٢٠١١ ،ص ٢٢٥ .

أهم مساوى المحطات الغازية هي :

١-ضـرورة اسـتعمالها لانواع نظيفة من الوقود كالغاز الطبيعي وزيت الغاز وهي أنواع ذات كلفة عالية ، مما يرفع كلفة الانتاج النهائية .

٢-يقتصـر أسـتعمالها عادةً لمواجهة أحمال الذروة لا سـيما في المناطق التي تنتشـر فيها أنواع أخرى من المحطات .

٣-لا تزال كميات كبيرة من الطاقة في المحطات الغازية تتسـرب مع الغازات العادمة التي تزيد حرارتها عن ٤٥٠ درجة مؤوية ، وتقدر كمية الطاقة الكهربائية التي يمكن توليدها من هذه الغازات بحوالي ٥٥% من كمية الطاقة التي ينتجها التوربين الغازي إذا ما أستثمرت الغازات العادمة .

٤-عمرها الزمني يتراوح بين (٢٥-٢٠) سـنة وقو قصـير نسـبياً مقارنةً مع المحطات الكهرومائية والكهرمائية .

ثانياً : التوزيع الجغرافي لأنتاج الطاقة الكهربائية في العالم :

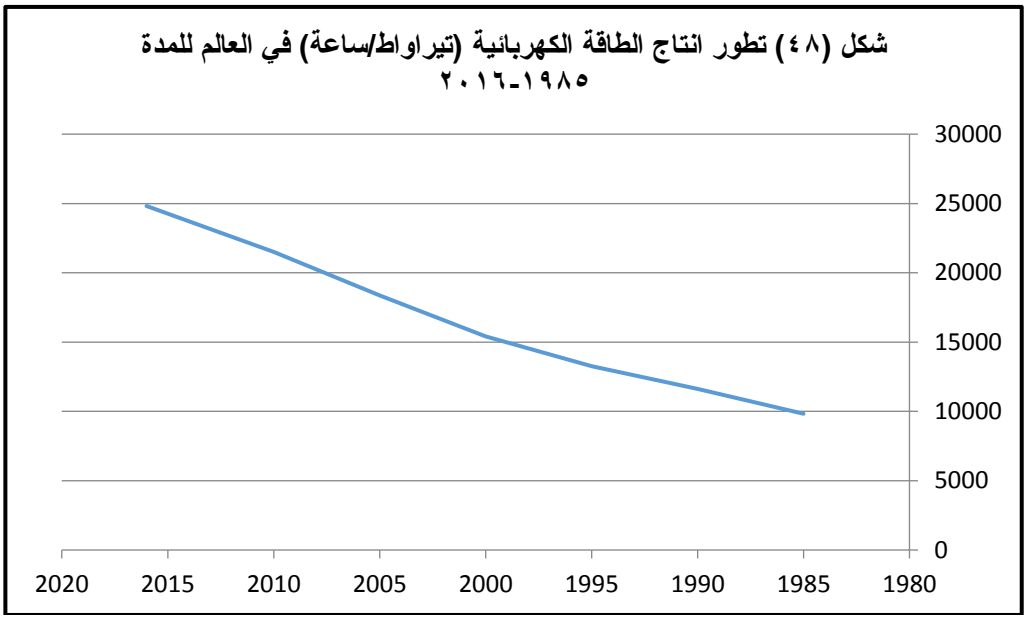
أصبحت الطاقة الكهربائية عنصراً أساسياً في حياة المجتمعات ولا يمكن الاستغناء عنها اذ تستعمل في الحياة المنزلية ولاغنى عنها في اقامة المشـاريع الصـناعية والزراعية والتجارية والحكومية ، بل أصـبح انتاج الطاقة الكهربائية واستهلاكها مؤشراً تقاس به درجة تقدم الشعوب والأمم ، لذلك تضاعف انتاج الطاقة الكهربائية في العالم كما يتبين من الجدول (٣٠) والشكل (٤٨) أكثر من مرتين ونصف خلال المدة ١٩٨٥-٢٠١٦ .

جدول (٣٠) تطور انتاج الطاقة الكهربائية في العالم للمدة ١٩٨٥-٢٠١٦

السنة	الانتاج (تيراواط/ساعة)
1985	9830.3
1990	11626.4
1995	13252.8
2000	15404.1
2005	18358.1
2010	21493.8
2016	24816.4

Source:BP Statistical Review of World Energy June 2016

شكل (٤٨) تطور انتاج الطاقة الكهربائية (تيراواط/ساعة) في العالم للمدة ١٩٨٥-٢٠١٦



المصدر : باعتماد الجدول (٣٠) .

من خلال الجدول (٣١) والشكل (٤٩) يتبين مجموعة من الحقائق هي :

١-بلغ مجموع انتاج العالم من الكهرباء في عام ٢٠١٦ (٢٤٨١٦,٤) تيراواط / ساعة .

٢-يتركز أكثر من نصف انتاج العالم بنسبة ٥٦% في خمس دول هي (الصين والولايات المتحدة والهند وروسيا الأتحادية واليابان) بنسبة ٢٤,٧ و١٧,٥% و٥,٦% و٤,٣% و٤% على التوالي ، في حين ينتشر بحدود ربع الانتاج العالمي بنسبة ٢٥,٧% في كل من كندا وألمانيا والبرازيل وفرنسا وكوريا الجنوبية والمملكة المتحدة والعربية السعودية والمكسيك وايطاليا وأيران واسبانيا وتركيا وتايوان وأستراليا وجنوب أفريقيا وأندونيسيا ومصر وتايلاند . بينما ينتشر بقية الانتاج بنسبة ١٨,٣ في بقية دول العالم .

٣-تعد الصين أكبر دول العالم انتاجاً للطاقة الكهربائية بنسبة ٢٤,٧% ، وقد تضاعف انتاجها ١٥ مرة للمدة ١٩٨٥-٢٠١٦ اذ كان الانتاج في عام ١٩٨٥ (٤١٠,٧) تيراواط/ساعة ثم ارتفع ليبلغ (١٠٠٧) تيراواط/ساعة في ١٩٩٥ ثم أزداد عام ٢٠٠٥ ليبلغ (٢٥٠٠,٣) تيراواط/ساعة ووصل أقصاه في ٢٠١٦ ليصل (٦١٤٢,٥) تيراواط/ساعة[1] ، وترجع تلك الزيادة في الأنتاج نتيجة عدة أسباب منها :

(1) BP Statistical Review of World Energy June 2017

أ-أرتفاع الطلب على الطاقة في الصين وهو الأكثر عالمياً البالغ (٣٠١٦,٤) مليون طن مكافئ لذا تم إضافة قدرات تصميمية في عام ٢٠١٦ بحدود (١٢٥) جيجاواط معظمها طاقة متجددة (٦٤) جيجاواط طاقة متجددة بنسبة ٥١% و(٥٣) جيجاواط محطات حرارية بنسبة ٤٢,٢% تعمل بالفحم و(٨) جيجاواط نووية بنسبة ٦,٨%، كما ان الصين اعتمدت في تنمية قدراتها الانتاجية مصادر الطاقة الكهرومائية والرياح والشمسية لتنتج منها (١٤٨٨) تيراواط / ساعة بنسبة ٢٤,٢% من اجمالي انتاج الكهرباء لعام ٢٠١٦ ، وأصبحت أكبر منتج ومستورد ومستهلك للفحم في العالم ، كما أنها تصنف ثاني أكبر مستهلك للنفط وفي المرتبة الخامسة بالانتاج النفطي العالمي ، كما تصنف بأكبر دولة في استيراد النفط البالغ ٧,٤ مليون برميل/يومياً[1] ، وتحتل الصين المرتبة الثالثة في استهلاك الغاز الطبيعي والمرتبة العاشرة باحتياطي الغاز الطبيعي ، وتصنف كذلك أكبر دولة بإنتاج الطاقة الكهرومائية ، وتحتل المكانة الثانية عالمياً بإنتاج طاقتي الرياح وطاقة حرارة جوف الارض ، في حين تحتل المرتبة الرابعة في استهلاك الطاقة النووية ، وتحتل المرتبة الاولى في إنتاج الطاقة الشمسية بنسبة ١٥,٦% من اجمالي الانتاج العالمي.

ب- أنفقت الصين ١٣٢ مليار دولاراً على منظومة الطاقة الكهربائية في عام ٢٠١٦ منها ٢٢ مليار على الطاقة الكهرومائية و١٨ مليار على الطاقة الحرارية و١٣ مليار على طاقة الرياح و٧,٦ مليار في الطاقة النووية وبحدود ٨١ مليار في الشبكة الوطنية .

ج - تطور صناعة الهندسة المائية وإنشاء أكبر مشروع لانتاج الطاقة الكهرومائية في العالم وهو سد الخوانق الثلاثة Three Gorges Dam system على طول نهر اليانغتسي يشمل ٣٢ توبيناً كهرومائياً بطاقة انتاجية ٢٢,٥ جيجاواط ، وبذلك ارتفعت القدرات الكهرومائية ٣٣٢ جيجاواط في عام ٢٠١٦ .

د- تطوير نظام نقل الطاقة الكهربائية لشبكات نقل الطاقة لمسافات طويلة .

هـ- تقديم إعانات مادية سخية وكبيرة لمصنعي تقنيات معدات الطاقات المتجددة كالمياه والرياح والشمسية وغيرها[2] .

و- ضعف اللوائح والتشريعات التي تحد من التوسع في انتاج واستهلاك الفحم في الصين مقارنة مع الولايات المتحدة ودول الأتحاد الأوروبي ، لذلك يوجد توسع في انشاء المحطات الكهربائية

(1) - www.bp.com/.../energy.../bp-statistical-review-of-world-energy-2016.

(2) - http://instituteforenergyresearch.org/analysis/china-worlds-largest-energy-consumer-and-greenhouse-gas-emitter

والمصـــافئ وغيرها من المنشـــآت التي تعتمد الفحم ، وبذلك يســـهم الفحم نســـبة ٦٣,٦% من اجمالي استهلاك الطاقة في الصين .

تأتي الولايات المتحدة في المرتبة الثانية عالمياً في أنتاج الطاقة الكهربائية بنسبة ١٧,٥% ، ويتسم انتاج الطاقة الكهربائية في الولايات المتحدة بعدة خصائص منها :

١-يتصـدر الغاز الطبيعي بقية المصـادر بنسـبة ٣٤% في انتاج الكهرباء ، ويسـهم الفحم ٣٠,٤% بينما الطاقة النووية تنتج ٢٠% والطاقة المتجددة تبلغ ١٥% ، بينما يســـهم النفط بنســـبة ٠,٦% [١] .

٢-اتجهت الولايات المتحدة خلال خمسة عشر سنة الماضية نحو التوسع في انشاء المحطات الغازية لا سيما بعد فتح آفاق استثمار الغاز الصخري اذ وصل عدد المحطات الغازية ١٧٩٣ محطة كما يمثل الغاز الطبيعي المصدر الرئيس في ١٩ ولاية ويسهم كذلك بنسبة ٥٠% من الوقود في تسع ولايات .

٣-يأتي الفحم في المرتبة الثانية بنســـبة ٣٠,٤% في انتاج الطاقة الكهربائية ، ويبلغ عدد المحطات التي تعمل بالفحم ٤٠٠ محطة معظمها تنتشـــر في الشـــرق في جنوب ولاية نيويورك ، ولايزال الفحم يشكل ٥٠% على الأقل في ١٣ ولاية .

٤-تنتشر في الولايات المتحدة ٦١ محطة نووية في ٣٠ ولاية تقريباً ، تسـهم بـــــ ٢٠% من انتاج الكهرباء .

٥- تســاهم الطاقة الكهرومائية بنسـبة ٧% من انتاج الكهرباء في الولايات المتحدة ، وتتصـدر انتاج الطاقات المتجددة بنســـبة ٤٤% ، وتنتشـــر في الولايات المتحدة ١٤٤٤ محطة كهرومائية ، ويتركز نســـبة ٦٨% من انتاج الطاقة الكهرومائية في ولايات واشـــنطن وأوريغون و فيرمونت وأيداهو .

٦- تنتشـــر في الولايات المتحدة ٩٩٩ مزرعة لانتاج طاقة الرياح تســـهم بنســـبة ٦% من انتاج الكهرباء، وتحتل ولاية أيوا المرتبة الأولى في انتاج طاقة الرياح التي تغطي ثلث حاجة الولاية من الكهرباء ، كما تغطي طاقة الرياح ربع اسـتهلاك كل من ولايات كانسـاس وأوكلاهوما وداكوتا الجنوبية ، كما تحتل طاقة الرياح المرتبة الثانية في سبع ولايات .

٧- يوجد في الولايات المتحدة ١٧٢١ محطة لأنتاج الطاقة الشمسية ، يتصف الجزء الجنوبي الغربي باستثمار الطاقة الشمسية على نطاق واسع خاصة في ولاية كاليفورنيا التي تغطي نسبة ١٠%

(1) - https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=427&t=3

من حاجتها من الطاقة الشمسية ، بينما تنتج ولاية نيفادا ٦% من حاجتها للكهرباء من الطاقة الشمسية ، في حين تسهم الطاقة الشمسية نسبة ٤% في ولايتي أريزونا وفيرمونت[١] .

٨- تنتشر ١٠٧٦ محطة تعمل بزيت الوقود ، وتغطي ولاية هاواي ثلثي الكهرباء من النفط ، وتتميز الولايات المتحدة بتراجع اعتمادها النفط نتيجة تذبذب اسعار النفط ومخاطر امداداته.

٩-يتباين هيكل أنتاج الطاقة الكهربائية في الولايا ت المتحدة من منطقة لأخرى تبعاً لتوفر مصادر الطاقة اذ تنتشر الأنهار والمحطات الكهرومائية في الشمال الغربي ، بينما تتركز الرياح في الغرب الأوسط في حين الفحم في حقول الأبلاش ، بينما الغاز الطبيعي في الأقسام الشمالية.

تحتل الهند المرتبة الثالثة عالمياً في أنتاج الكهرباء بنسبة ٥,٦% ، ويعد قطاع الطاقة في الهند الأكثر تنوعاً في العالم منها المصادر التقليدية مثل الفحم والغاز الطبيعي والنفط والطاقة النووية والمصادر المتجددة كالرياح والشمسية والنفايات المنزلية والحيوية ، ويسهم النمو الأقتصادي المتسارع في الهند في نمو الطلب على قطاع الكهرباء حتى أصبحت الهند تمتلك قدرات توليدية كبيرة (٣٣٠٢٦٠) ميكاواط ، وقد أضافت الهند في عام ٢٠١٧ (١٠,٢) جيجا واط من القدرات التوليدية التقليدية و(١٢,٥) جيجا واط طاقات متجددة .

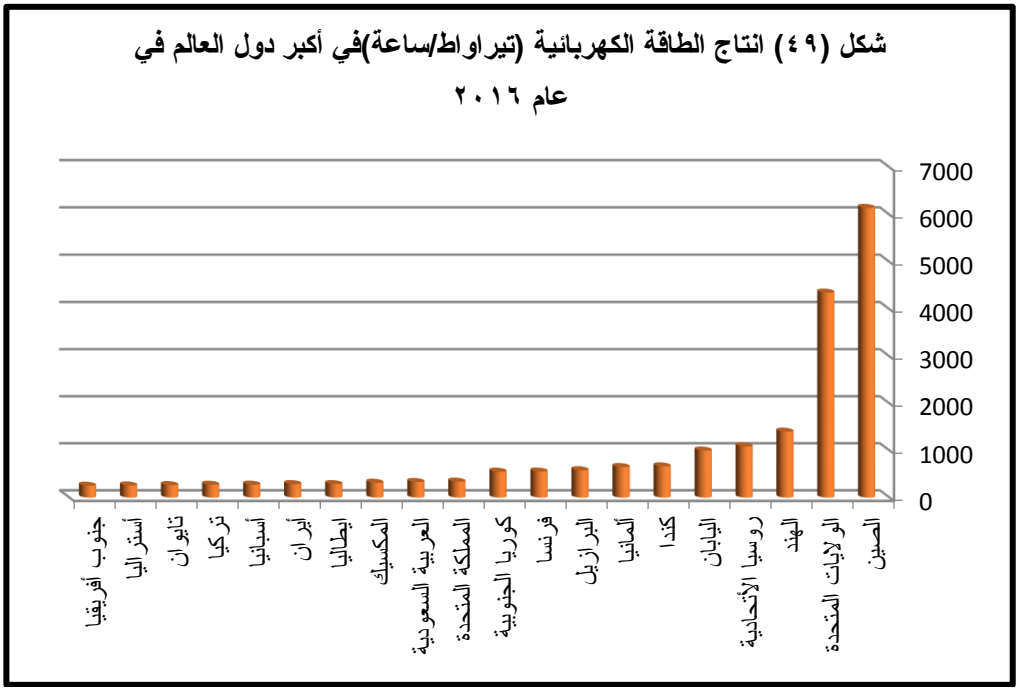
(1) - https://www.washingtonpost.com/graphics/national/power-plants/?utm_term

جدول (٣١) انتاج الطاقة الكهربائية في العالم في عام ٢٠١٦

الدولة	الأنتاج	%	الدولة	الأنتاج	%
الصين	6142.5	24.	الفلبين	89.9	0.3
الولايات المتحدة	4350.8	17.	بلجيكا	86.9	0.3
الهند	1400.8	5.6	التشيك	83.3	0.3
روسيا الأتحادية	1087.1	4.3	كولومبيا	78.5	0.3
اليابان	999.6	4	تشيلي	77.5	0.3
كندا	663	2.6	الكويت	71.1	0.2
ألمانيا	648.4	2.2	الجزائر	70.2	0.2
البرازيل	581.7	2.3	فلندا	68.6	0.2
فرنسا	553.4	2.2	النمسا	67.6	0.2
كوريا الجنوبية	551.2	2.2	الكيان	67.4	0.2
المملكة المتحدة	338.6	1.3	بنجلادش	67.4	0.2
العربية السعودية	330.5	1.3	سويسرا	66.3	0.2
المكسيك	314.8	1.2	رومانيا	64.8	0.2
ايطاليا	286.3	1.1	البرتغال	60.5	0.2
أيران	286	1.1	أوزباكستان	58.9	0.2
أسبانيا	274.4	1.1	قبرص	52.5	0.2
تركيا	272.7	1	سنغافورة	51.6	0.2
تايوان	264.1	1	بيرو	51.5	0.2
أستراليا	256.9	1	بلغاريا	45.1	0.1
جنوب أفريقيا	251.9	1	نيوزيلاند	43.9	0.1
أندونيسيا	248.9	1	قطر	42.4	0.1
مصر	187.3	0.7	هونك كونك	38.2	0.1
تايلاند	179.7	0.7	بيلاروسيا	33.1	0.1
فيتنام	175.7	0.7	هنغاريا	31.5	0.1
بولندا	166.6	0.6	أيرلندا	30.4	0.1
أوكرانيا	163.7	0.6	الدنمارك	30.3	0.1
ماليزيا	156.8	0.6	سلوفاكيا	27.5	0.1
السويد	154.9	0.6	الأكوادور	27.1	0.1

النروج	149.5	0.6	أذربيجان	25	0.1
الأرجنتين	146.9	0.5	تركمانستان	22.6	0.09
الأمارات العربية	136.8	0.5	ترينيداد وتوباكو	8.9	0.03
فينزويلا	115.6	0.4	ليتوانيا	4.3	0.01
باكستان	115.4	0.4	أخرى لم تذكر	1010.2	4
هولندا	114.7	0.4	مجموع العالم	24816.4	100
كازاخستان	94.5	0.3			

Source:BP Statistical Review of World Energy June 2017



المصدر : باعتماد الجدول (٣١).

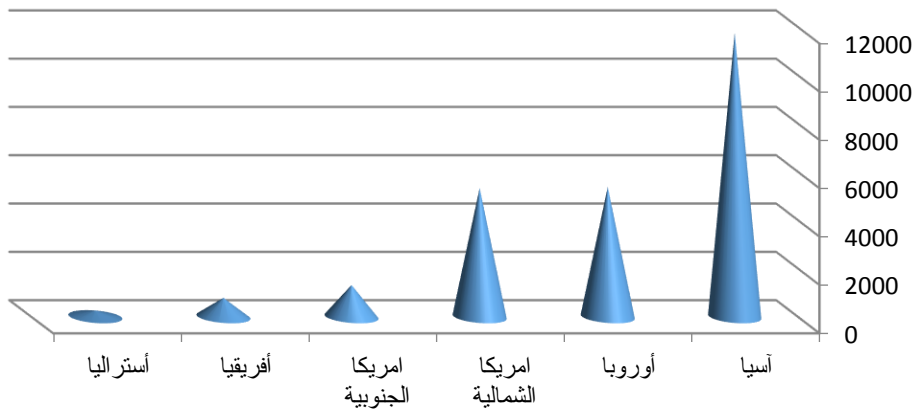
وفيما يتعلق بالتوزيع الجغرافي لأنتاج الطاقة الكهربائية بين قارات العالم كما يلاحظ من الجدول (٣٢) والشكل (٥٠) تسيطر قارة آسيا على ٤٧,٤% ، تليها أوروبا بنسبة ٢١,٧% ثم أمريكا الشمالية بـ ٢١,٤% بعدها أمريكا الجنوبية بنسبة ٥,٣% وأخيراً قارتي أفريقيا وأستراليا بنسب ٣,٢% و١٥ على التوالي .

جدول (٣٢) انتاج الطاقة الكهربائية بحسب قارات العالم لعام ٢٠١٦

القارة	الانتاج	%
آسيا	11763.5	47.4
أوروبا	5373.1	21.7
امريكا الشمالية	5328.5	21.4
امريكا الجنوبية	1312.1	5.3
أفريقيا	782.1	3.2
أستراليا	256.9	1
المجموع	24816.4	100

Source:BP Statistical Review of World Energy June 2017

شكل (٥٠) انتاج الطاقة الكهربائية (تيراواط/ساعة) بحسب قارات العالم لعام ٢٠١٦



المصدر: باعتماد الجدول (٣٢).

ثالثاً : التوزيع الجغرافي لاستهلاك الطاقة في العالم :

يمثل استهلاك الطاقة Consumption Of Energy أهم مؤشرات التنمية الأقتصادية التي تسعى البلدان الى تحقيقها ، كما يرتبط تنامي الطلب على مختلف أنواع مصادر الطاقة مع مرحلة التطور الاقتصادي ونمو السكان ومتوسط دخل الفرد من الدخل القومي فضلاً عن مدى توفر موارد الطاقة ، يلاحظ من الجدولين (٣٣) و(٣٤) والشكل (٥١) تغيراً كبيراً في هيكل استهلاك الطاقة بحسب المصادر ، اذ كان يتصدر الفحم سلم مصادر الطاقة طيلة الفترة للمدة (١٩٦٠-١٨٨٠) وبعد عقد الستينات من القرن الماضي وبعد اكتشاف النفط

وتطور عمليات استخراجة وصناعته ونقله وتعدد استخداماته اصبح النفط منافساً ويتصدر بقية مصادر الطاقة الاخرى حتى الوقت الحاضر ، اذ بلغت نسبة مساهمته في هيكل استهلاك الطاقة عام ١٩٦٥ بحدود ٤٠,٩% ووصل أقصاها في عقد السبعينات لتبلغ ٤٧% عام ١٩٧٥ ، ثم تراجع النفط والفحم معاً بشكل كبير بعد دخول الغاز الطبيعي ميدان مصـــادر الطاقة اذ تطورت مســـاهمة الغاز الطبيعي من ٠,٩% الى ١,٥% ثم ١٩,٤% وبلغت أقصـاها ٢٣,٨% للأعوام ١٨٨٠-١٩٠٠-١٩٨٠-٢٠١٥ على التوالي ، ودخلت الطاقة النووية سلم استهلاك مصادر الطاقة منذ ستينيات القرن الماضي اذ أسهمت بنسبة قليلة بلغت ٠,١٥% حتى بلغت أقصاها مع بداية القرن الواحد والعشرون لتسهم بـــ ٦,٢% لكن تراجعت مكانتها بفعل مخاطر تلوثها الاشعاعي لا سيما بعد عام ٢٠١١ نتيجة انفجار مفاعل فوكيشيما في اليابان حتى تراجعت لأدناها عام ٢٠١٥ لتبلغ ٤,٤% .

جدول (٣٣) تغير نسب استهلاك مصادر الطاقة في العالم للمدة (١٨٨٠-٢٠١٥)

السنة	النفط %	الغاز الطبيعي %	الفحم %	الطاقة النووية%	الطاقة المتجددة %
1880	1.9	0.9	97.2	0	0
1900	3.8	1.5	94.3	0	0.4
1952	27	12.3	59	0	1.7
1956	30.2	12.6	55.3	0	1.9
1960	31.3	14.7	52	0	2
1965	40.9	15.8	37.6	0.15	5.5
1970	45.8	17.1	30.1	0.36	6.6
1975	47	18.5	27.2	1.4	5.9
1980	44.9	19.4	27.2	2.4	6.1
1985	39.3	20.6	28.9	4.6	6.6
1990	38.8	21.7	27.5	5.5	6.5
1995	38.3	22.3	26.1	6.1	7.2
2000	38.2	23.2	25.3	6.2	7.1
2005	35.9	22.8	28.6	5.7	7
2010	33.4	23.6	29.8	5.1	8.1
2015	32.9	23.8	29.2	4.4	9.7

المصدر: (١) فتحي ابو عيانة،دراسات في الجغرافية الاقتصادية والسياسية ،٢٠٠١،ص ١٠١

(2) BP Statistical Review Of world Energy,jun 2016

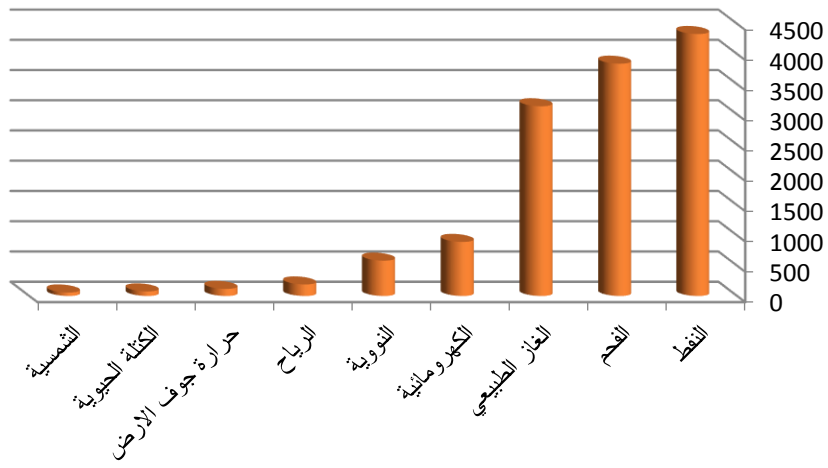
كما اتجهت دول العالم بشـــكل كبير بعد منتصـــف القرن الماضـــي نحو اســـتثمار الطاقات المتجددة (الكهرومائية ، الشمسية ، الرياح ، جوف الارض ، الكتلة الحيوية) نتيجة مشاكل الوقود الاحفوري لاسيما الندرة والنضوب وارتفاع الاسعار ومخاطر امدادات الحصول عليه والتوترات التي تحدث في مناطق انتاجه لا سيما النفط فضـلاً عن مخاطر التلوث وتنامي مشـكلة الاحتباس الحراري ،اذ تطورت مسـاهمة هذه الطاقات في اسـتهلاك الطاقة من ٠,٤% ثم الى ٢% ولترتفع الى ٦,١% ووصـــلت أقصـــاها ٩,٧% للأعوام ١٩٠٠-١٩٦٠-١٩٨٠-٢٠١٥ على التوالي . تتصـــدر الطاقة الكهرومائية بقية الطاقات المتجددة في الاســـتهلاك في عام ٢٠١٥ بنسـبة ٦,٧% تليها طاقة الرياح بنسـبة ١,٤% ثم تليها طاقة جوف الارض بنسـبة ٠,٨% ثم تأتي الكتلة الحيوية بنسبة ٠,٥% وأخيراً تسهم الطاقة الشمسية بنسبة ٠,٤% .

جدول (٣٤) كمية استهلاك الطاقة (مليون طن مكافئ نفط) في العالم في عام ٢٠١٥

نوع الطاقة	الاستهلاك	%
النفط	4331.3	32.7
الفحم	3839.9	29
الغاز الطبيعي	3135.2	23.7
الكهرومائية	892.9	6.7
النووية	583.1	4.4
الرياح	190.3	1.4
حرارة جوف الارض	117.3	0.8
الكتلة الحيوية	74.8	0.5
الشمسية	57.3	0.4
المجموع	13222.1	١٠٠

Source:BP Statistical Review of World Energy June 2016

شكل (٥١) استهلاك مصادر الطاقة (مليون طن مكافئ نفط) في عام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (٣٤) .

وفيما يتعلق في استهلاك الطاقة بحسب دول العالم فإنه يكون أكبر في الدول المتقدمة مقارنةً مع الدول النامية ، في عام ١٨٠٠كان سكان الارض ما يقارب مليار نسمة، وبعد مائة سنة في عام ١٩٠٠ زاد عدد سكان العالم بمقدار متواضع إلى حوالي ١,٦ مليار نسمة، ولكن على مدى السنوات الـ ١٠٠ المقبلة انفجرت سكان العالم ليبلغ عام ٢٠١٥ سبعة مليارات نسمة ، ويعتقد أن النمو السكاني السريع هو السبب في الارتفاع في استهلاك الطاقة في جميع أنحاء العالم[١].وتتعدد القطاعات المستهلكة للطاقة منها السكني والتجاري والصناعي والكهرباء والنقل.

يتبين من الجدول (٣٥) والشكل (٥٢) أنه في عام ٢٠١٥ بلغ اجمالي استهلاك العالم من الطاقة (١٣٢٢٢,١) مليون طن مكافئ نفط ، وتعد الصين أكبر دولة في العالم في استهلاك الطاقة الذي يكاد يساوي ربع استهلاك العالم بنسبة ٢٢,٨% ، وتعتمد الصين الفحم الذي يشكل نسبة ٦٣,٦% من اجمالي استهلاك الطاقة في البلاد خلال عام ٢٠١٥ ، كما تعد الصين أكبر منتج ومستورد ومستهلك للفحم في العالم ، كما أنها تصنف ثاني أكبر مستهلك للنفط وفي المرتبة الخامسة في الانتاج النفطي العالمي ، كما تصنف بأكبر دولة في استيراد النفط البالغ ٧,٤ مليون برميل/يومياً[٢] ، وتحتل الصين المرتبة الثالثة في استهلاك الغاز الطبيعي وفي المرتبة العاشرة

(1) - http://study.com/academy/lesson/energy-consumption-of-the-world-the-differences-in-consumption-between-developing-and-developed

(2) - www.bp.com/.../energy.../bp-statistical-review-of-world-energy-2016.

باحتياطي الغاز الطبيعي ، وتصنف كذلك أكبر دولة في استهلاك الطاقة الكهرومائية ، وتحتل المكانة الثانية عالمياً في استهلاك طاقتي الرياح وطاقة حرارة جوف الارض ، في حين تحتل المرتبة الرابعة في استهلاك الطاقة النووية .وتحتل المرتبة الاولى في استهلاك الطاقة الشمسية بنسبة ١٥,٦% من اجمالي استهلاك الطاقة الشمسية .

ويمكن تحديد العوامل التي ساعدت الصين بإحتلالها المرتبة الاولى باستهلاك الطاقة هي :

١-اعتماد الصين سياسة الباب المفتوح منذ عام ١٩٧٨، مما جلبت التنمية الاقتصادية السريعة في الصين طلباً متزايداً على الطاقة ، أدخلت الإصلاحات الهيكلية، وحوافز السوق، والسياسات اللامركزية لجذب الاستثمار المحلي والأجنبي في قطاع الطاقة. وتم توفير تمويل إضافي من البنك الدولي ومصرف التنمية الآسيوي لتوسيع القدرات والإمكانات الطاقوية ،وفي عام ١٩٩٧ استحدثت الحكومة إطاراً لإعادة الهيكلة من أربع مراحل لصناعات الطاقة الكهربائية حتى عام ٢٠٢٠ وفي عام ١٩٩٨ أعيدت هيكلة صناعات الفحم والنفط والغاز أيضا. وفي الخطة الخمسية العاشرة (٢٠٠١-٢٠٠٥)، المعنونة (تنمية الغرب) ينصب التركيز على تنمية موارد الطاقة (بما في ذلك الطاقة الكهرومائية والنفط والغاز) في غرب الصين ونقلها إلى المناطق الساحلية في شرق البلاد.

٢- تغير نمط استهلاك الطاقة تغيراً ملحوظاً مع مرور الوقت ، اذ انخفضت نسبة استهلاك الفحم في إجمالي استهلاك الطاقة من ٩٤% إلى ٦٣,٦% بين عامي ١٩٥٣ و ٢٠١٥، في حين ارتفعت نسبة استهلاك النفط من ٤% إلى ١٨,٥% خلال نفس الفترة[1].

٣- بغض النظر عن اهمية النفط والغاز الطبيعي والفحم لكن المصدر الرئيس لإمدادات الطاقة في المناطق الريفية والنائية هي الطاقة الكهرومائية وطاقة الرياح وطاقة حرارة جوف الارض والكتلة الحيوية وهي مصادر رئيسة للطاقة المتجددة في الصين، اذ يمثل اسهتلاك الطاقة الكهرومائية في الصين ثلث استهلاك العالم وبنسبة ٢٨,٤% من الطاقة الكهرومائية . والمرتبة الاولى في استهلاك الطاقة الشمسية بنسبة ١٥,٦% من اجمالي استهلاك الطاقة الشمسية في العالم ،كما يمثل استهلاك كل من طاقتي الرياح وطاقة حرارة جوف الارض المرتبة الثانية عالمياً بعد الولايات المتحدة .

٤- تصنف الصين اكبر منتج لمصادر الفحم والطاقة الكهرومائية والطاقة الشمسية وتحتل المكانة الثانية عالمياً في انتاج طاقتي الرياح وطاقة حرارة جوف الارض وخامس منتج للنفط وأكبر

(1) - Energy in China:Development And Prospects, , Pun-Lee Lam https://chinaperspectives.revues.org/2783

مستورد للنفط ، مما انعكس ذلك على قطاع الطاقة الذي اصبح يؤدي دوراً هاماً في الاقتصاد سواء من حيث العمالة أو الناتج الصناعي. وتعد الشركات الكبرى للنفط والطاقة من بين أكبر الشركات المملوكة للدولة.

٥- تغلبت الصين على مشكلات الإختلال وعدم التوازن الإقليمي بين مناطق إنتاج مصادر الطاقة ومناطق استهلاكها من خلال تطور شبكات ووسائط النقل لا سيما السككك الحديدية وموانئ الشحن الساحلي . اذ ان معظم احتياطيات الفحم توجد في المناطق الشمالية من الصين مثل حقول مقاطعة منغوليا الداخلية وحقول منشوريا وحقول شانسي وشيسي وغيرها في حين أن معظم الاستهلاك يوجد في المناطق الساحلية في شرق البلاد.كما تمتلك الصين اكبر وأهم شبكة انابيب لنقل الغاز الطبيعي(خط غرب شرق الصين) (WEP) يصل مجموع اطوالها (٢٢) الف كم وبطاقة (٧٧) مليار متر مكعب/سنوياً ، ويمثل هذا الخط نظاماً متكاملاً لنقل الغاز الطبيعي من جميع انحاء الصين من الغرب للشرق.

تحتل الولايات المتحدة المرتبة الثانية في استهلاك الطاقة البالغ (٢٣١١,٤) مليون طن مكافئ نفط بنسبة ١٧,٤% من اجمالي الاستهلاك العالمي ، وتُعد الولايات المتحدة أكبر مستهلك للنفط في العالم البالغ ١٩,٦% الذي تعتمده استهلاك الطاقة الذي يمثل نسبة ٣٧,٣% من اجمالي استهلاك مصادر الطاقة في البلاد ، فضلاً عن تحتل المرتبة الاولى في انتاج النفط بنسبة ١٣,٨% من اجمالي انتاج العالم، كما تصنف الولايات المتحدة أكبر مستهلك للغاز في العالم بنسبة ٢٢,٧% من الاستهلاك العالمي ويحتل الغاز المرتبة الثانية بعد النفط وبنسبة ٣١,٢% من اجمالي استهلاك البلاد ، كما وتحتل المرتبة الثانية في انتاج الفحم والثالثة في استهلاكة عالمياً الذي يمثل المرتبة الثالثة في استهلاك الطاقة في البلد البالغ نسبة ١٧,٣% ، وتحتل الولايات المتحدة كذلك المرتبة الأولى عالمياً باستهلاك كل من الطاقة الحيوية والطاقة النووية وطاقة الرياح وطاقة حرارة جوف الارض وبنسب ٤١,٣% و ٣٢,٥% و ٢٢,٩% و ١٦,٤% من الاستهلاك العالمي على التوالي ، وهي ايضاً ثالث أكبر مستهلك للطاقة الكهرومائية عالمياً بنسبة ٦,٤% . ويعد قطاع الطاقة الكهربائية في الولايات المتحدة أكبر القطاعات استهلاكاً للطاقة بنسبة ٣٩% ثم يليه قطاع النقل بنسبة ٢٩% ثم يأتي القطاع الصناعي في المرتبة الثالثة بنسبة ٢٢% ثم القطاع السكني ٦% وأخيراً القطاع التجاري بنسبة ٤%[1].

(1) - https://www.eia.gov/energyexplained/?page=us_energy_home

بالرغم من هيمنة أنواع الوقود الأحفوري الرئيســـة الثلاثة (النفط والغاز الطبيعي والفحم) على مزيج الطاقة الأمريكي لأكثر من ١٠٠ عام إلاَ أنه حدثت عدة تغييرات حديثة في إنتاج الطاقة أثرت في طبيعة الاستهلاك في الولايات المتحدة ، ومن هذه التغيرات هي[١] :

١-تراجع مكانة الولايات المتحدة في انتاج الفحم خلال السـنوات الأخيرة على حسـاب انتاج مصـدري النفط والغاز الطبيعي، اذ كانت نسبة مساهمة انتاج الفحم فيها ٢٣,٥% من الانتاج العالمي في عام ١٩٧٦ ليصـــل أدناه عام ٢٠١٥ ليبلغ ١١,٩% والســـبب في ذلك انخفاض كبير في استهلاك الفحم لتوليد الطاقة الكهربائية .

٢- ارتفاع قياسـي وكبير في انتاج الغاز الطبيعي في السـنوات الاخيرة حتي اصـبحت ثاني أكبر منتج للغاز في العالم نتيجة تطور تقنيات الحفر والانتاج وأصبحت أكثر كفاءة وفعالية من حيث التكلفة قد أدت الى زيادة انتاج الغاز الطبيعي لا سيما من تكوينات الصخر الزيتي .

٣- ســـاعدت تكنولوجيا الحفر والإنتاج (التكســـير الهيدروليكي)الأكثر فعالية في تزايد انتاج النفط الصخري وخاصة في ولاية تكساس وشمال داكوتا .

٤- تطور صناعة محطات الغاز الطبيعي المسال Natural Gas Plant Liquids (NGPL) وهي سوائل الغاز الهيدروكربونية التي تستخرج من الغاز الطبيعي قبل أن يتم وضع الغاز الطبيعي في خطوط أنابيب لنقله للمستهلكين. وقد زاد إنتاج الغاز الطبيعي المسال إلى جانب زيادة إنتاج الغاز الطبيعي ، مما جعل الغاز الطبيعي منافساً قوياً للنفط في استهلاك الطاقة .

٥- بلغ إجمالي إنتاج الطاقة المتجددة واســتهلاكها أعلى مســتويات قياســية في عام ٢٠١٥ لتبلغ (١٦٠) مليون طناً مكافئ نفط وتشكل نسبة ٧% من اجمالي الاستهلاك الأمريكي. وكان تنامي إنتاج الطاقة الكهرمائية و طاقة الرياح والطاقة الحيوية سـاعدت على زيادة الإنتاج الكلي للطاقة من المصادر المتجددة.

تأتي الهند في المرتبة الثالثة عالمياً في استهلاك الطاقة بنسبة ٥,٣% ، وتعتمد في استهلاكها الفحم بنســبة ٥٨,١% وهي بذلك ثاني اكبر دولة في العالم في اســتهلاك الفحم وبنســبة ١٠,٦% والثالثة في انتاجة ٧,٤% والثانية في الاســتيراد ١٦,٥%.كما انها تعد ثالث أكبر دولة في اســتهلاك النفط بعد الصين والولايات المتحدة ،كما تصنف الهند ضمن اكبر عشرة دول بالعالم في استهلاك كل من طاقة الرياح وطاقة حرارة جوف الارض والطاقة الكهرومائية والطاقة الشـمسـية بنسـب ٤,٩% و ٣,٩% و ٣,١% و ٢،٦% على التوالي .

اهم خصائص استهلاك الطاقة في الهند هي :

(1) - https://www.eia.gov/energyexplained/?page=us_energy_home

١-بالرغم من تصدر الهند المرتبة الثالثة في استهلاك الطاقة عالمياً لكنَ سكانها يعد من أقل شعوب العالم حصةً في استهلاكً الطاقة ، فضلاً عن وجود ٢٤٠ مليون شخص لا يحصلون على الكهرباء ، وذلك بسبب الإنفجار السكاني الهائل في البلاد البالغ ١,٣ مليار نسمة الذي يشكل نسبة ١٨% من سكان العالم .

٢- استأثر قطاع الصناعة بأكبر حصة في استهلاك الطاقة بنسبة ٤٣,٨% يليه القطاع المنزلي ٢٢,٤% ثم الزراعي ١٨% والقطاع التجاري بنسبة ٨,٧%[١] .

٣-تركز سياسة الطاقة في الهند على تأمين موارد كافية من الطاقة لتلبية الطلب المتزايد على اقتصادها سواء بالاستثمار المحلي والاجنبي للمصادر المتاحة في البلاد أم استيرادها من الخارج ، اذ تستورد الهند في عام ٢٠١٥ من منطقة الشرق الاوسط ٣,٩ مليون برميل/يومياً و ٢١,٧ مليار متر مكعب[٢] .

٤-على الرغم من أن الهند لديها واحدة من أعلى كميات احتياطيات الفحم، لكنها تعتمد اعتمادا كبيرا على النفط الخام المستورد ، اذ تصنف بأنها رابع اكبر دولة مستوردة للنفط.

اذ انه في عام ١٩٩٠ تم تلبية ٤٠% من الطلب على النفط عن طريق الاستيراد؛ ولكن في العقدين الماضيين ارتفعت نسبة الواردات إلى أكثر من ٧٠% من الطلب ، كما تصنف الهند بأنها سادس أكبر مستورد للغاز خصوصاً من دولة قطر .

تحتل روسيا الاتحادية المرتبة الرابعة في استهلاك الطاقة بنسبة ٥% ، ويشكل الغاز الطبيعي أكثر من نصف استهلاك البلاد لعام ٢٠١٥ البالغ ٥٢,٨% . وتمتلك روسيا ثاني أكبر احتياطي واستهلاك للغاز في العالم بنسب ١٦,٤% و ١١,٢% على التوالي ، كما انها تحتل المكانة السادسة باحتياطي واستهلاك النفط وفي المرتبة الثالثة بإنتاجه ، وتعد كذلك خامس أكبر مستهلك وثاني أكبر احتياطي وسادس أكبر منتج وثالث أكبر مصدر الفحم بالعالم .كما انها تحتل المرتبة الثالثة في استهلاك الطاقة النووية في العالم .

(1) - ENERGY STATISTICS 2015 (Twenty Second Issue).

(2) - BP Statistical Review 2016 India's energy market in 2015, bp.com/statisticalreview

جدول(٣٥) هيكل استهلاك الطاقة (مليون طن مكافئ نفط) في دول العالم في عام ٢٠١٥

	النفط	%	الغاز الطبيعي	%	الفحم	%	النووية	%	الكهرومائية	%	الشمسية	%	الرياح	%	حرارة جوف الارض	%	الطاقة الحيوية	%	المجموع
الولايات المتحدة	851.6	37.3	713.6	31.2	396.3	17.3	189.9	8.3	57.4	2.5	8.8	0.3	43.6	1.9	19.3	0.8	30.9	1.2	2311.4
كندا	100.3	30.4	92.2	27.9	19.8	6	23.6	7.1	86.7	26.2	0.6	0.1	5.6	1.6	1.2	0.3	1.0	0.3	331
المكسيك	84.3	45.5	74.9	40.4	12.8	6.9	2.6	1.4	6.8	3.6	0.1	0.05	1.8	0.9	1.7	0.9	0.053	0.9	185.053
اجمالي امريكا الشمالية	1036.3	37.0	880.7	31.5	429	15.3	216.1	7.7	150.9	5.4	9.5	0.3	51	1.8	22.1	0.7	31.9	1.1	2827.4
الارجنتين	31.6	35.9	42.8	48.7	1.4	1.6	1.6	1.8	9.6	10.9	0.03	0.04	0.2	0.2	0.7	0.8	1.9	2.1	89.7
البرازيل	137.3	46.9	36.8	12.5	17.4	5.9	3.3	1.1	81.7	27.9	0.01	0.01	4.9	1.6	11.3	3.8	17.6	5.6	310.4
تشيلي	16.9	48.4	3.5	10	7.2	20.6	-	-	5.3	15.1	0.3	0.8	0.5	1.4	1.2	3.4	-	-	34.9
كولومبيا	15.5	36.4	9.5	22.3	7	16.4	-	-	10.1	23.7	0.007	0.02	0.01	0.03	0.3	0.7	0.67	1.5	43.1
الاكوادور	11.7	75.9	0.6	3.9	-	-	-	-	3	19.4	0.008	0.02	0.02	0.05	0.1	0.6	-	-	15.4
بيرو	10.9	45.2	6.8	28.2	0.9	3.7	-	-	5.3	22	0.1	0.4	0.1	0.4	0.2	0.8	-	-	24.1
ترينداد و توباغو	1.8	8.4	19.4	91.5	-	-	-	-	-	-	0.001	0.01	-	-	-	-	-	-	21.2
فنزويلا	32	39.7	31.1	38.6	0.2	0.2	-	-	17.3	21.4	0.005	0.01	0.0002	0.0002	-	-	-	-	80.5
اخرى لم تذكر	65	65	6.9	6.9	3	3.0	-	-	20.7	20.7	0.3	0.3	1.5	1.5	2.5	2.5	0.599	0.5	100.5
اجمالي امريكا الجنوبية	322.7	46.1	157.3	22.5	37.1	5.3	4.9	0.7	152.9	21.8	0.7	0.1	7.2	1.0	16.3	2.3	20.76	2.8	720.0

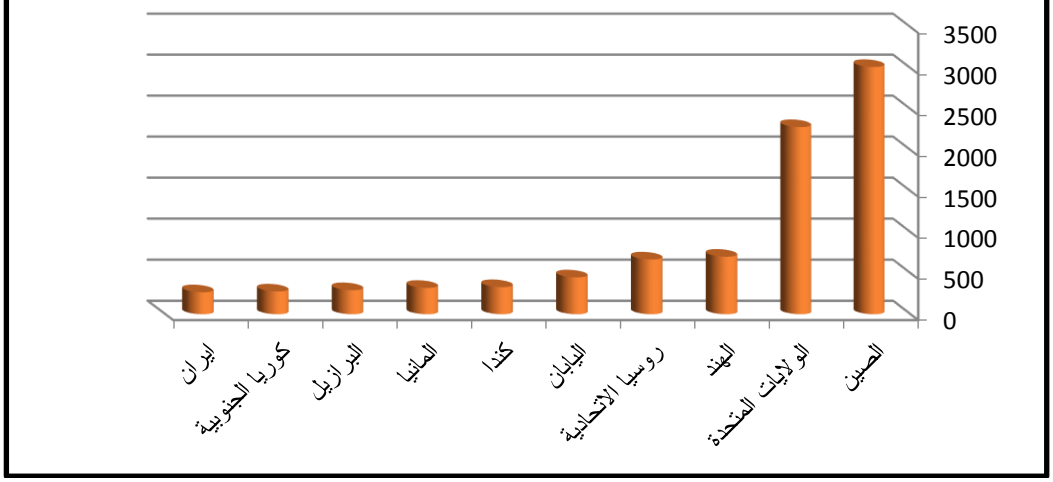
34.46	1.0	0.36	2.9	1	3.5	1.2	0.5	0.2	24.3	8.3	-	-	9.3	3.2	22	7.5	36.9	12.6	التمسا
13.7	-	-	0.1	0.02	0.01	0.001	0.01	0.0009	2.9	0.4	-	-	0.01	0.001	64.2	8.8	32.8	4.5	اذربيجان
23.6	-	-	0.4	0.1	0.01	0.002	0.02	0.003	0.09	0.02	-	-	3.3	0.8	65.6	15.5	30.0	7.1	باروسيا
57.01	0.8	0.51	2.1	1.2	2.3	1.3	1.2	0.7	0.1	0.1	10.4	5.9	5.6	3.2	24	13.6	53.9	30.5	بلجيكا
18.9	-	-	0.5	0.1	1.5	0.3	1.5	0.3	6.8	1.3	18.5	3.5	35.4	6.7	13.7	2.6	22.2	4.2	بلغاريا
39.6	-	-	2.7	1.1	0.2	0.1	1.2	0.5	1.0	0.4	15.4	6.1	39.4	15.6	16.4	6.5	23.7	9.4	التشيك
16.9	-	-	5.3	0.9	18.9	3.2	0.6	0.1	0.03	0.004	-	-	10.6	1.8	17.1	2.9	47.9	8.1	الدنمارك
25.96	0.2	0.065	10.0	2.6	1.9	0.5	0.01	0.002	14.6	3.8	20.4	5.3	13.5	3.5	7.3	1.9	32	8.3	فنلندا
241.5	1.0	2.5	0.6	1.6	1.9	4.6	0.7	1.7	5.1	12.2	41.4	99	3.6	8.7	14.6	35.1	31.8	76.1	فرنسا
323.7	0.9	3.1	3.5	11.3	6.2	19.9	2.7	8.7	1.3	4.4	6.4	20.7	24.4	78.3	20.9	67.2	34.3	110.2	المانيا
26.3	-	-	0.3	0.1	3.8	1	3	0.8	4.9	1.3	-	-	21.6	5.7	9.5	2.5	56.2	14.8	قبرص
21.5	-	-	2.3	0.5	0.9	0.2	0.1	0.02	0.4	0.1	16.7	3.6	10.2	2.2	37.2	8	32.5	7	هنغاريا
14.6	-	-	0.6	0.1	10.2	1.5	0.01	0.0002	1.3	0.2	-	-	15.0	2.2	26.0	3.8	47.2	6.9	ايرلندا
152.32	0.4	0.62	3.7	5.7	2.1	3.3	3.7	5.7	6.5	9.9	-	-	8.1	12.4	36.4	55.3	39	59.3	ايطاليا
54.8	-	-	-	-	0.01	0.001	0.02	0.008	3.2	1.8	-	-	59.4	32.6	14.2	7.8	23.1	12.7	كازخستان
5.3	-	-	1.8	0.1	3.7	0.2	0.1	0.01	1.8	0.1	-	-	3.7	0.2	39.6	2.1	49	2.6	ليتوانيا
83.3	2.0	1.7	0.9	0.8	2.0	1.7	0.25	0.2	0.02	0.01	0.1	0.1	12.9	10.6	35.0	28.6	47.4	38.7	هولندا
47.1	-	-	0.2	0.1	1.2	0.6	0.01	0.002	66.0	31.1	-	-	1.7	0.8	9.1	4.3	21.6	10.2	النروج
95.88	0.9	0.88	2.3	2.2	2.5	2.4	0.01	0.01	0.4	0.4	-	-	52.4	49.8	15.9	15.1	26.4	25.1	بولندا
24.41	1.2	0.31	2.9	0.7	10.7	2.6	8.3	0.2	8.3	2	-	-	13.7	3.3	16.1	3.9	47.3	11.4	البرتغال

5.3	-	-	1.8	0.1	3.7	0.2	0.1	0.01	1.8	0.1	-	-	3.7	0.2	39.6	2.1	49	2.6	ليتوانيا
83.3	2.0	1.7	0.9	0.8	2.0	1.7	0.25	0.2	0.02	0.01	0.1	0.1	12.9	10.6	35.0	28.6	47.4	38.7	هولندا
47.1	-	-	0.2	0.1	1.2	0.6	0.01	0.002	66.0	31.1	-	-	1.7	0.8	9.1	4.3	21.6	10.2	النروج
95.88	0.9	0.88	2.3	2.2	2.5	2.4	0.01	0.01	0.4	0.4	-	-	52.4	49.8	15.9	15.1	26.4	25.1	بولندا
24.41	1.2	0.31	2.9	0.7	10.7	2.6	8.3	0.2	8.3	2	-	-	13.7	3.3	16.1	3.9	47.3	11.4	البرتغال
33.1	-	-	0.3	0.1	4.8	1.6	1.2	0.4	11.1	3.7	7.8	2.6	18.4	6.1	28.1	9.3	27.5	9.1	رومانيا
668.23	0.2	1.43	0.02	0.1	0.004	0.003	0.01	0.01	5.7	38.5	6.6	44.2	13.3	88.7	52.8	352.3	21.4	143	روسيا الاتحادية
15.8	-	-	2.5	0.4	0.01	0.001	0.6	0.1	5.7	0.9	21.5	3.4	20.8	3.3	24.6	3.9	24.0	3.8	سلوفاكيا
135.4	0.7	1.0	0.8	1.1	8.3	11.2	2.3	3.1	4.6	6.3	9.6	12.9	10.7	14.4	18.4	24.8	45.0	60.5	اسبانيا
53.70	1.3	0.70	4.5	2.4	7.1	3.8	0.02	0.01	31.8	16.9	24.3	12.9	3.9	2.1	1.5	0.8	26.6	14.1	السويد
27.9	-	-	1.4	0.4	0.08	0.02	1.0	0.3	30.4	8.5	19	5.3	0.7	0.2	9.3	2.6	38.3	10.7	سويسرا
131.3	-	-	0.8	1.1	1.9	2.6	0.08	0.1	11.5	15.1	-	-	26.2	34.4	29.8	39.2	29.1	38.8	تركيا
37.3	-	-		-		-	0.0002	0.0009	0.001	0.0006	-	-	-	-	82.8	30.9	17.1	6.4	تركمانستان
85.1	-	-	0.03	0.02	0.2	0.2	0.1	0.1	1.6	1.4	23.2	19.8	34.3	29.2	30.4	25.9	9.8	8.4	أوكرانيا
191.55	0.1	0.35	3.4	6.6	4.8	9.2	0.8	1.7	0.7	1.4	8.3	15.9	12.2	23.4	32.1	61.4	37.4	71.6	المملكة المتحدة
51.6	-	-		-	-	-	0.01	0.001	4.8	2.5	-	-	2.1	1.1	87.7	45.3	5.4	2.8	أوزبكستان
96	-	-	1.7	1.7	0.5	0.5	0.2	0.2	22.4	21.5	1.9	1.9	24.3	23.4	14.2	13.7	34.4	33.1	اخرى لم تذكر

2848.51	0.5	14.11	1.5	44	2.6	73.7	0.8	25.2	6.8	194.4	9.3	264	16.5	467.9	31.8	903.1	30.4	862.2	اجمالي اوروبا
267.2	-	-	0.001	0.005	0.04	0.1	0.01	0.02	1.5	4.1	0.3	0.8	0.4	1.2	64.4	172.1	33.2	88.9	ايران
25.6	-	-	0.04	0.01	0.01	0.001	0.7	0.2	0.03	0.007	-	-	26.1	6.7	29.6	7.6	42.9	11	الكيان الصهيوني
41	-	-	-	-		-	0.02	0.006		-	-	-	-	-	42.6	17.5	57.5	23.6	الكويت
51.5	-	-		-		-	0.02	0.01		-				-	78.8	40.6	21.1	10.9	قطر
264	-	-		-		-	0.00003	0.0001		-			0.04	0.1	36.2	95.8	63.6	168.1	العربية السعودية
103.9	-	-		-		-	0.1	0.1		-			1.5	1.6	59.8	62.2	38.5	40	الامارات العربية
30.7	-	-	0.01	0.0004	0.002	0.0009	0.3	0.1	0.6	0.2	-	-	2.6	0.8	78.5	24.1	17.9	5.5	بنجلادش
3016.4	0.07	2.4	0.4	12	1.3	41.9	0.3	8.9	8.4	254.9	1.2	38.6	63.6	1920.4	5.9	177.6	18.5	559.7	الصين
27.9	-	-	0.08	0.02	0.0003	0.0001	0.0007	0.0002		-			24.0	6.7	10.4	2.9	65.6	18.3	هونك كونك
700.8	0.05	0.362	0.6	4.6	1.3	9.4	0.2	1.5	4.0	28.1	1.2	8.6	58.1	407.2	6.5	45.5	27.9	195.5	الهند
196.9	0.6	1.344	1.2	2.4	0.0002	0.0005	0.01	0.003	1.8	3.6	-	-	41.0	80.3	18.3	35.8	37.5	73.5	اندونيسيا
448.5	-	-	1.4	6.3	0.2	1.2	1.5	7	4.8	21.9	0.2	1	26.6	119.4	22.7	102.1	42.2	189.6	اليابان
93.1	-	-	0.2	0.2	-	-	0.03	0.02	3.5	3.3	-	-	18.9	17.6	38.4	35.8	38.8	36.2	ماليزيا
78.2	-	-	-	-	0.1	0.1	0.3	0.3	9.9	7.8	1.4	1.1	6.0	4.7	49.8	39	32.2	25.2	باكستان
37.7	-	-	6.6	2.5	0.2	0.1	0.06	0.02	5.8	2.2	-	-	30.2	11.4	7.9	3	48.8	18.4	الفلبين
80.2	-	-	0.2	0.2		-	0.02	0.01	-	-	-	-	0.5	0.4	12.7	10.2	86.6	69.5	سنغافورة

كوريا الجنوبية	113.7	41	39.2	14.1	84.5	30.5	37.3	13.4	0.7	0.2	0.9	0.3	0.4	0.1	0.4	0.1	0.375	0.1	277.2
تايوان	46	41.5	16.5	14.9	37.8	34.1	8.3	7.5	1	0.9	0.2	0.1	0.3	0.2	0.5	0.4	-	-	110.7
تايلند	56.6	45.3	47.6	38.1	17.6	14.1	-	-	0.9	0.7	0.5	0.4	0.1	0.08	1.6	1.2	1.5	1.2	126.4
فيتنام	19.5	29.5	9.6	14.5	22.2	33.6	-	-	14.4	21.8	0.004	0.01	0.04	0.06	0.01	0.02	-	-	65.9
اخرى لم تذكر	103.9	97	52.5	46	20.1	32	1.3	0.9	15.9	24.3	0.05	0.07	0.13	0.13	0.1	0.1	1.8	0.9	194.5
اجمالي اسيا	1873.4	30	1037.2	16.6	2761	44.3	94.9	1.5	359.1	5.7	19.8	0.32	53.9	0.8	30.72	0.5	7.7	0.1	6238.5
استراليا	46.2	35.1	30.9	23.5	46.6	35.4	-	-	3.1	2.3	1.4	1.0	2.4	1.8	0.8	0.6	0.205	0.1	131.6
نيوزيلاند	7.5	35.7	4.1	19.5	1.4	6.6	-	-	5.6	26.6	0.007	0.04	0.5	2.3	1.9	9.0	-	-	21
اجمالي استراليا	53.7	35.2	35	22.9	48	31.5			8.7	5.7	1.407	0.9	2.9	1.9	2.7	1.7	0.205	0.1	152.6
الجزائر	19.3	35.3	35.1	64.2	0.2	0.3	-	-	0.03	0.06	0.01	0.02	0.0002	0.0003	-	-	-	-	54.6
مصر	39.2	45.4	43	49.8	0.7	0.8	-	-	3	3.4	0.01	0.02	0.3	0.3	-	-	-	-	86.2
جنوب افريقيا	31.1	25	4.5	3.6	85	68.4	-	-	0.2	0.1	0.4	0.3	0.5	0.4	0.1	0.08	-	-	124.2
اخرى لم تذكر	93.5	55	39.2	23.0	11	6.4	0.8	0.4	23.8	14.0	0.2	0.1	0.9	0.5	1.4	0.8	0.069	0.04	170.59
اجمالي افريقيا	183	42.0	121.9	28.0	96.9	22.2	-	-	27	6.2	0.7	0.1	1.7	0.3	1.4	0.3	0.069	0.01	435.06
مجموع العالم	4331.3	32.9	3135.2	23.8	3839.9	29.2	583.1	4.4	892.9	6.6	57.3	0.4	190.3	1.4	117.3	0.8	74.847	0.5	13222.1

شكل (٥٢) أكبر عشرة دول في العالم في استهلاك الطاقة (مليون طن مكافئ نفط) في عام ٢٠١٥



الفصل التاسع

الاطار العام للثروة المعدنية

مفهوم المعدن :

المعادن هي إحدى أنواع المركبات التي تتركب طبيعياً في الطبيعة جراء تعرضـــها لعمليات جيولوجية مختلفة، أكسبتها صفاتها وخواصها الكيميائية والفيزيائية المختلفة. للمعادن خواص تميزها عن بعضـــها، فهناك الخواص البصـــرية مثلاً كاللون والشـــفافية والبريق المعدني، فضـــلاً عن هناك الخواص التماسـكية كالصـلابة وهي مقاومة المعدن للخدش والانخلاع والانفصـال والسـطح والكسـر والقابلية للسحب والوزن النوعي، وأخيراً هناك الخواص كالكهربائية والمغناطيسية ودرجة الانصهار.

يعرف المعدن بأنّه مادة طبيعية ذات تركيب كيميائي مميز أو متغير في نطاق محدود وله تركيب بلّوري داخلي ثابت ويظهر أحياناً على شـــكل بلورات، و التركيب الكيميائي والتركيب البلوري يحددان صـفات المعدن. كما توجد المادة الكيميائية على صـورة معدن أو أكثر وبشـكل مختلف، فمثلاً يوجد الكربون في الطبيعة على صـورة معدن الألماس وهو أصـلب المعادن المعروفة كما يوجد على صـورة معدن الجرافيت وهو من أقل المعادن صلابة [١] .

اهمية المعادن للإنسان :

كل شخص يستعمل المنتجات المصنوعة من المعادن كل يوم ، الملح الذي نظيفه إلى طعامنا هو من معدن الهاليت mineral halite الذي يحوي التركيب الكيميائي لكلوريد الصـــوديوم ratio of sodium و الأقراص المضادة للحموضة مصنوعة من معدن الكالسيت mineral calcite و القلم الخشـــبي (الرصـــاص) مصـــنوع من معدن الجرافيت والمعادن الطينية graphite and clay minerals[٢].كما تستعمل المعادن بدرجة أساسية كمدخلات إنتاج صناعية لصناعات اخرى كصناعة السيارات والطائرات والآلات والصناعات الثقيلة الأخرى، أما في الطب فتستعمل في الأجزاء الاصطناعية والأدوات الطبية، ولأغراض الزينة كصـناعة المجوهرات، ولأغراض الصـناعات الحربية المختلفة، وكل معدن يمتاز في صـناعة محددة فالحديد مثلاً في البناء والذهب في المجوهرات أما النحاس فيسـتعمل في صـناعة الموصـلات الكهربائية المختلفة، وتختلف اسـتعمالات المعادن باختلاف خصـائصـها التي تمتاز بها، فهناك معادن ذات أوزان خفيفة وصلابة عالية وهناك معادن توصيلها الكهربائي أفضل من المعادن الأخرى وغيرها العديد من الخصائص المختلفة.

خصائص الثروة المعدنية في الطبيعة :-

تتكون قشـرة الأرض من عدد كبير من العناصـر أهمها (الأوكسـجين والسـليكون والألمنيوم والحديد والكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والمغنسيوم) ، ويشكل (الأوكسجين والسليكون) ٧٥%

---

(١) -ابراهيم الطوال ، انواع المعادن /http://mawdoo3.com

(2) - http://geology.com/minerals/what-is-a-mineral.shtml

من وزن القشرة الأرضية على عمق عشر أميال من السطح . وتؤلف العناصر الستة الباقية حوالي ٢٤% ، أما الباقي فيتألف من عدة عناصـــر أهمها ، النيكل والمنغنيز والكروم والنحاس واليورانيوم والزنك والرصاص . ويتباين التوزيع الجغرافي للمعادن في قشرة الأرض فتكون بنسبة الألمنيوم والحديد والمغنســيوم مرتفعة ، بينما الرصــاص والقصــدير أقل ، في حين يندر وجود بعضــها الآخر كالذهب والفضة والبلاتين واليورانيوم .

يرتبط توزيع المعادن على ســطح القشــرة الأرضــية ارتباطاً وثيقاً بالتركيب الجيولوجي للأرض . لأن التكوينات المعدنية ما هي إلا نتيجة لعمليات جيولوجية تعرضــت لها القشــرة الأرضــية . فالقســم الأكبر من الثروة المعدنية تتوزع في المناطق التي تكونت خلال عصور جيولوجية قديمة وفي المناطق الجبلية التي أثرت فيها عوامل التعرية المختلفة .

ويمكن تحديد جملة من الخصائص تميز الثروة المعدنية ومنها :-

١- تتوزع الثروة المعدنية في مناطق محدودة من سطح الأرض ومن الأمثلة على ذلك إن مساحة مناجم النيكل المشــهورة في منطقة ســدبري (Sudbury) بكندا لاتزيد على بضــعة أميال مربعة ولكنها تنتج حوالي ٦٥% من مجموع إنتاج العالم من النيكل ، وهذه الصــفة تجعل عدداً محدوداً من الدول تحتكر إنتاج هذه المعادن .

٢- الثروة المعدنية معروضة للنفاد وغير قابلة للتجديد ، ففي الوقت الذي يستطيع الإنسان تنمية الثروة الزراعية والثروة الغابية نراه يقف عاجزاً أمام تعويض المناجم التي استخرجت معادنها.

٣- ارتفاع كلفة اســتخراج المعادن ، لأنها تتوزع في أعماق بعيدة عن ســطح الارض ، واســتثمارها يمر بعدة مراحل أولها البحث والكشــف عن المعدن ثم مرحلة الإعداد ومرحلة التعدين ثم وصــولاً إلى المرحلة الأخيرة لتجهيز المعدن وتحويله إلى سلعة اقتصادية .

٤- تزايد نفقات الإنتاج لأن الخامات المعدنية تبدأ بالنفاد وعمقها يأخذ بالزيادة ، ولهذا فكثيراً ما تتوقف عمليات اســـتخراج المعدن من المنجم القديم ، إذا ما اكتشـــف منجماً جديداً قليل العمق يحتوي خامات معدنية متشابهه ، وذلك لارتفاع نفقات الاستخراج في المنجم الأول .

٥- تتميز المعادن عن غيرها من الموارد بإمكانية إعادة اســتعمالها أي إمكانية إعادة الخردة (الســكراب SCRAP) إلى الأفران وصهرها والاستفادة منها كالحديد والنحاس والذهب والرصاص والألمنيوم .

٦- يمكن تخزين المعادن بكميات كبيرة ولمدة طويلة دون ان تتعرض للتلف وهذا ما جعل بعض الدول الصناعية تقوم بخزنها خصوصاً في أوقات الحرب أو عند انخفاض أسعار المعدن أوعند صعوبة تسويقه .

٧- ليس من الســهل تقدير كمية احتياطي معدن من المعادن ، ويصــنف الاحتياطي (Reservoir) إلى ثلاث درجات :-

أ- الاحتياطي المؤكد (المثبت) :- Surly Reservoir

وهو الاحتياطي الذي تشير المعلومات الجيولوجية والهندسية إلى إمكانية استخراجه بصورة تقريبية دقيقة وبالظروف الاقتصادية والتقنية المعروفة حالياً .

ب- الاحتياطي الراجح الوجود :- Probable Reservoir

وهو الاحتياطي الممكن الحصـــول عليه من المناطق المجاورة التي تم تطويرها والتأكد من احتياطيها الثابت التي توجد دلائل احتوائها على المعدن .

ت- الاحتياطي المحتمل الوجود :- Possible Reservoir

وهو الاحتياطي الذي لم يكشـــف عنه بعد ، ولكن يتوقع الحصـــول عليه الذي يعتقد جيولوجياً حسب نوعية الصخور وتركيبها وتاريخ تكوينها بأنها يحتمل احتوائها الخامات المعدنية .

صناعة التعدين :

تمر صناعة التعدين (الإنتاج المعدني) بأربع مراحل وهي :-

١- مرحلة البحث :-

هي عملية البحث عن المعادن وقد تكون في أكثر الاحيان في مناطق صحراوية أو جبلية صعبة الطرق والمسالك وغير مأهولة بالسكان ، هذا وكثيراً ما باءت جهود المهندسين والجيولوجيين بالفشل بعد أن أمضـــوا مدة طويلة باحثين عن المعادن في بعض الجهات ، ولكن تقدم العلم واختراع بعض الآلات الدقيقة ساعدت على تذليل بعض الصعوبات في هذا المجال .

٢- مرحلة الإعداد :-

بعد العثور على المعدن تأتي مرحلة الإعداد للاســتثمار من مناجمه وتشــمل هذه المرحلة حفر الأنفاق وتحديد الخامات التي تســـتخرج بأقل التكاليف واختيار الوســـائل والآلات لعملية التعدين ومن طرق المواصـــلات كي تســـهل عملية شـــحن الخامات من مناطق اســـتخراجها إلى مناطق صـــهرها أو معالجتها أو تصفيتها من شوائبها وتستمر هذه العملية حتى تبدأ عملية استخراج المعدن .

٣- مرحلة التعدين :-

وهي مرحلة استخراج المعدن التي تستعمل فيها أنسب طرق التعدين تبعاً لطبيعة التكوينات التي يوجد فيها المعدن وتتفاوت تكلفة التعدين حسب العمق ونوع الصخور والبنية وطريقة استخراج المعدن وحجم التكوين المعدني ونوعيته وتكلفة تجهيز المواد الخام وكلفة نقله . وهناك انواع متعدده للتعدين وهي :

أ- التعدين السطحي :- Surface Mining

تستعمل عندما تكون الخامات المعدنية قريبة من سطح الأرض ومن أمثلة ذلك عند استخراج الحديد في السويد تستعمل المجارف في حفره ونقله إلى عربات السكك الحديدية ، وهذه الطريقة تكون سهلة وأقل تكلفة من طريقة التعدين الباطني لأنها أكثر مرونة إذ إنها لا تتطلب حفر أنفاق أو أنشاء مناجم لعمليات الضخ لإجراء ضغط عند استخراج المعادن وخاصة السائلة منها . ومن ثمَ تقل الكلفة عن ثلاثة أضعاف عما هو عليه بالتعدين الباطني . ولكن هذا النوع من التعدين يتأثر بالأحوال الجوية ، اذ يتعذر العمل إذا انخفضت أو ارتفعت درجات الحرارة عن الحد المناسب أو عند تساقط الإمطار أو الثلوج مما تُسبب في موسمية العمل .

ب- التعدين الباطني : -Underground Mining

تستعمل عندما تكون الخامات المعدنية على عمق كبير من سطح الأرض ويتميز هذا التعدين بأنه أبطأ وأكثر من التكلفة لأنه يحتاج إلى معدات غالية لحفر الحقل أو المنجم وإلى دعامات من الخشب القوي والصلب لغرض تثبيت الجدران وسندها حتى لا تنهار وإلى مد سكة حديد ضيقة تصل إلى مكان المعدن وإنشاء رافعات وساحبات لنقل المواد المنتجة والخام المعدني من باطن الأرض إلى السطح وتوفير أجهزة للتهوية والإضاءة وأجهزة ومعدات واقية من خطر الغازات السامة والقابلة للاشتعال . كل ذلك يتطلب نفقات تضاف إلى تكلفة الإنتاج كما أن هذه الطريقة اقل مرونة وذلك لان التوقف عن الإنتاج يتطلب صيانة مستمرة للمنجم . ولذلك فان المعادن التي تستخرج بطريقة التعدين الباطني ينبغي أن تكون من رتب عالية من حيث الأهمية والجودة والكمية حتى تعوض التكاليف وتستطيع أن تنافس الخامات التي تستخرج بطريقة التعدين السطحي . ومن أمثلة هذه الطريقة استخراج النحاس من ولاية مشيغان في الولايات المتحدة الأمريكية على أعماق تصل إلى أكثر من ميل.

ج – التعدين الجانبي :- Drift Mining

تستعمل هذه الطريقة عندما تكون الطبقات المعدنية مكشوفة وقريبة من سطح الأرض سواء بالقرب من تل أو هضبة أو جبل أو حتى على جانب وادٍ . وفي هذه الطريقة تحفر الأنفاق عادة بصورة جانبية مخترقة الطبقات المعدنية .

٤- مرحلة تجهيز المعدن :-

بعد استخراج المعدن من باطن الأرض يتطلب بعض العمليات المعدنية لكي يتحول إلى سلعة اقتصادية يمكن استعمالها في الصناعة ، وتتضمن هذه العمليات استخلاص المعدن وتصفيته من خاماته وإزالة ما علق به من شوائب أو مواد غريبة وعزل المكونات والمشتقات الثانوية المصنعة منه.

أهم أنواع المعادن :

هنالك ٤٠٠٠ نوع من المعادن ، ولكل منها مجموعة فريدة من الخصائص الفيزيائية كاللون، الصلابة، البريق، الثقل النوعي، الانقسام، الكسر، المغناطيسية، الذوبان، وغيرها الكثير. هذه الخصائص الفيزيائية مفيدة لتحديد الاستعمالات الصناعية المحتملة للمعادن [١]. وأهم المعادن هي :

اولاً : الحديد Iron

خامات الحديد هي الصخور التي تكون غنية في أكاسيد الحديد ، وتختلف في اللون من الرمادي الداكن والأصفر والأرجواني الداكن ، كما تحوي كميات كبيرة من الهيماتيت أو أكسيد الحديد الأسود ، وان أكثر من ٦٠% من الحديد يوجد على شكل خامات طبيعية أو ما يسمى (خام الشحن المباشر) وهذا يعني أنه يمكن أن يستعمل مباشرة في أفران صنع الحديد.

يعد خام الحديد هو المادة الاولية المستعملة في صناعة الحديد الخام، وهي واحدة من المواد الخام الرئيسة في صناعة الصلب، ويستعمل ٩٨% من خام الحديد في صناعة الصلب التي تنتج السيارات والآلات الزراعية والمعدات والاتصالات والاسلحة والجسور والسدود والانفاق وغيرها ، ويمثل خام الحديد أكثر جزء لا يتجزأ من الاقتصاد العالمي من أي سلعة كانت، باستثناء النفط ، ويشكل الحديد العنصر السادس وفرةً في الكون، وتشير التقديرات إلى أنه يمثل نسبة ٥% من وزن الارض .

هناك أربعة أنواع رئيسة من الخامات في العالم يتم تحديد نوعية خام الحديد وهي[٢] :

١-محتوى الحديد المغناطيسي Magnet Iron الذي يشكل نسبة ٧٢% في الصخور المعدنية السوداء كالنارية أو المتحولة التي تمتلك الصفات المغناطيسية الممتازة .

٢- محتوى الهيماتيت Haematite الذي يشكل نسبة ٦٨% ، وهي خام الحمراء مشتقة من الصخور الرسوبية وتوجد في بشكل بلوري أو في شكل مسحوق.

٣- محتوى الليمونيت Limonite الذي يشكل نسبة ٦٠%، وهو الخام البني الذي يوجد في اعماق سميكة في الصخور الرسوبية أو في المستنقعات أو البحيرات.

٤- محتوى السيدريت Siderite الذي يشكل نسبة ٤٠-٥٠% من محتوى الحديد هو أكثر انواع الحديد ردائةً .

التوزيع الجغرافي لمناجم الحديد :

---

(1) - What are Minerals http://geology.com/minerals/what-is-a-mineral.shtml

(2) Distribution of Mineral Resource in the World
http://www.drishtiias.com

أن اهم مناطق انتاج الحديد في العالم كما يتبين من الجدول (٣٦) والشكل (٥٣) هي الصين واستراليا والبرازيل والهند وروسيا الاتحادية وأوكرانيا وجنوب أفريقيا والولايات المتحدة وكندا والسويد:

١ – الصين

تمثل الصين أكبر منتج و مستهلك ومستورد لخامات الحديد في العالم ، ففي عام ٢٠١٥ أنتجت(١,٣٨) مليار طن من خام الحديد ، وتحتل نسبة ٤٤% من الانتاج العالمي، ويتم الانتاج من مقاطعات (ولياونينغ وشانشى وبكين ومنغوليا الداخلية) وتعد منطقة آنشان في اقليم منشوريا الأكثر أهمية في الانتاج ،وكذلك في مناطق اليانغتسى السفلى وتايه وجانج كونك ، وتايوان . بينما بلغ استيراد الصين في عام ٢٠١٦ بحدود (١,٠٢٤) مليار طن .

٢ – استراليا

تصنف استراليا ثاني أكبر منتج للخام الحديد في العالم ، وتتركز هذه الخامات بشكل رئيس في غرب أستراليا في مناطق بيلبارا، وهو ما يمثل ٩٥% من خام الحديد في استراليا لعام ٢٠١٥ ، اذ أنتجت أستراليا ٨٢٤٠٠٠٠٠٠ طن من خام الحديد .

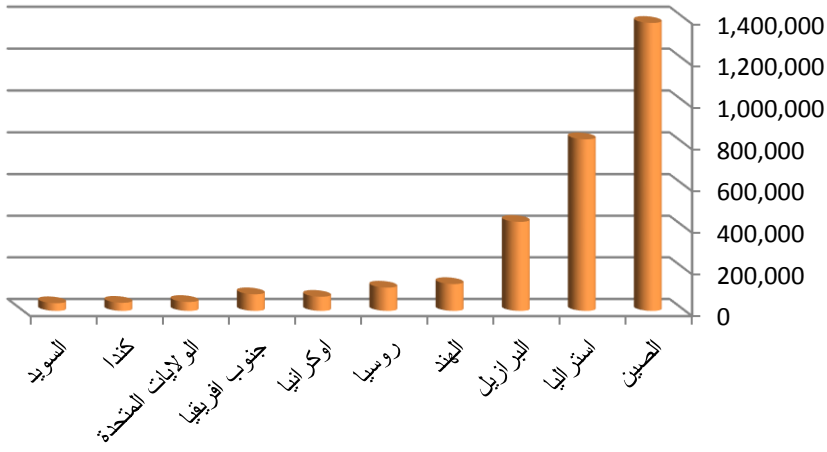
جدول (٣٦) انتاج خامات الحديد في دول العالم في عام ٢٠١٥

ت	الدولة	الانتاج (١٠٠٠) طن
1	الصين	1,380,000
2	استراليا	824,000
3	البرازيل	428,000
4	الهند	129,000
5	روسيا	112,000
6	اوكرانيا	68,000
7	جنوب افريقيا	80,000
8	الولايات المتحدة	43,000
9	كندا	39,000
10	السويد	37,000

المصدر: Top Iron Ore Producing Countries In The World

http://www.worldatlas.com/articles/top-iron-ore-producing-countries-in-the-world.html

شكل (٥٣) اكبر عشرة دول في العالم في انتاج الحديد (الف/طن) لعام ٢٠١٥



المصدر : باعتماد الجدول (٣٦).

٣- البرازيل :

يوجد في البرازيل اكبر منجم للحديد في العالم وهو منجم كاراجاس في ولاية بارا في شمال البلاد ، وتقدر كميات احتياطي خام الحديد فيه ٧ مليارات طن متري .

ثانياً: النحاس : Cuppore

يعد النحاس Copper أول المعادن تم استعماله من الإنسان وثاني المعادن من حيث تعدد المنافع بعد الحديد ، وقد تم اكتشافه لأول مرة في شمال العراق منذ أكثر من (عشرة آلاف عام) قبل الميلاد[1]. وهو عبارة عن فلز أحمر اللون يتغير لونه وخصائصه عندما يتحد مع عناصر أخرى مشكلاً مركبات مختلفة.

الخواص الفيزيائية للنحاس:

١-يعد موصلاً جيداً للكهرباء والحرارة ، اذ يعد أكثر المعادن توصيلاً للكهرباء بعد الفضة.
٢-تصنع منه المبادلات الحرارية وأسلاك التوصيل الكهربائي.

(1) - http://www.rsc.org/periodic-table/element/29/copper

٣-يستعمل في صنع البطاريات والمواد الكهربائية كالوشيعة (الضفيرة) الكهربائية لسهولة طرقة وسحبة .

٤-يتغطى سطحه بغشاء لونه أخضر مع مرور الوقت يعطيه قيمة جمالية وتاريخية لتأثره بالهواء .

استخدامات النحاس :

١-يستعمل في صناعة المعدات الكهربائية مثل صناعة المولدات الكهربائية وكابلات وأسلاك الكهرباء.

٢- كونه شديد المقاومة للمحاليل الكيميائية والتوصيل الحراري استعمل في المباني والمنشآت الكيميائية وأنابيب التدفئة والمنازل .

٣- يستعمل في أواني الطبخ [١].

التوزيع الجغرافي للنحاس في العالم :

يتوزع النحاس في مختلف القارات كما يظهر من الجدول (٣٧) والشكل(٥٤) والخارطة (٢٣) واهم دول انتاجه :

١- شيلي :

يتركز في شيلي أكبر احتياطي للنحاس في العالم البالغ (٢١٠) مليون طن وتمثل نسبة ٢٨% من الاحتياطي العالمي ، كما تعد تشيلي أكبر منتج للنحاس في العالم حتى عام ٢٠١٦ البالغ (٥,٥) مليون طن وتمثل ما يقرب من ثلث إنتاج النحاس العالمي. يعد منجم النحاس إسكونديدا Escondida في صحراء أتاكاما شمال شيلي أكبر منجم للنحاس في العالم ، يحتوي على احتياطي أكثر من ٣٢ مليون طن ، كذلك يمثل منجم إسكونديدا أكبر منجم في إنتاج النحاس في العالم البالغ ١,١ مليون طن، وهو ما يمثل حوالي ٥% من إنتاج النحاس العالمي . وتقدر استمرار احتياطي منجم إسكونديدا ما يكفي من النحاس لمدة ١١٠ سنوات[٢].

إن الارتفاع المطرد في أسعار النحاس جعل من اقتصاد شيلي واحدا من أقوى اقتصاديات أمريكا اللاتينية، حيث يمثل معدن النحاس أكثر من ٤٠% من صادرات البلاد، ومصدرا رئيسيا للدخل[٣].

---

(1) - http://geology.com/minerals/copper.shtml

(2) - https://www.thisischile.cl/chiles-top-15-mines-hold-copper-reserves-for-another-century

(3) - http://www.mining.com/chile-the-largest-copper-producer-and-the-country-with-the-biggest-reserves-usgs

ومن حقول النحاس العملاقة الأخرى في تشـيلي حقل كولاهواسـي Collahuasi هو رابع أكبر منجم للنحاس في العالم ويقع في اقليم تاراباكا Tarapacá Region ومنجم نحاس بامبا نورت Pampa Norte ، وتقع في مدينة إكيكي في Iquique city شمال شيلي .

٢- أستراليا :

تحتل اسـتراليا المرتبة الثانية في احتياطي النحاس وتمثل نسـبة ١٢% من العالم ، منها ٦٢,٤ مليون طن في مقاطعة جنوب اسـتراليا South Australia ، وهو ما يعادل ٧٠% من احتياطيها ، بينما تمتلك نيو ساوث ويلز New South Wales ١٣% من احتياطي استراليا وكلها تقريبا في حزام لاشـلان فولـد بيلـت Lachlan Fold Belt . في حين يوجـد في مقـاطقـة كوينزلانـد Queensland نسبة ١٢% أغلبها تنتشر في اقليم جبل عيسى Mount Isa region .

وتحتل اسـتراليا المرتبة الخامسـة عالميا في انتاج النحاس البالغ ٩٧٠ مليون طن بنسـبة ٥% من الانتاج العالمي ، ويتركز أكثر من نصـف الانتاج في مقاطعة جنوب أسـتراليا البالغ ٢٦٢ ٥٦٩ طن بنسـبة ٥٨% ومعظم الانتاج يأتي من حقول نحاس كاراباتينا Carrapateena ، بريننت هيل Prominent Hill ، هيلسايد Hillside ،خامزين Khamsin[1] .

٣- بيرو :

تحتفظ بيرو بنسبة ١١% من احتياطي النحاس في العالم وهي تحتل المرتبة الثالثة عالمياً باحتياطي (٨١) مليون طن ، وثاني أكبر منتج للنحاس بعد شيلي بنسبة ١١,٨% من الانتاج العالمي ، وتمثل النحاس ٦٠% من الصادرات الوطنية للدولة . ويعد منجم توكيبالا Toquepala اكبر مناجم بيرو الذي يقع على بعد ٨٧٠ كم عن العاصمة ليما Lima في جنوب جبال الانديز ، ويحتل هذا المنجم المرتبة الخامسة في العالم ، ويبلغ انتاجه حوالي ١٥٢٠٠٠ طن ويشـكل ١٢٠٠٠٠ طناً من مركزات النحاس و ٣٢٠٠٠ طناً من كاثود النحاس . ويأتي في المرتبـة الثانيـة منجم سـيرو فيرد Cerro Verde الـذي يقع على بعد ٢٠ ميلا جنوب غرب أريكيبا Arequipa في بيرو، هو سـابع أكبر منجم في العالم. ويقدر احتياطيه ١٢,٩ مليون طن وينتج بحدود ٢٧٠٠٠٠ طن [2].

٤- المكسيك :

(1) http://minerals.statedevelopment.sa.gov.au/geoscience/mineral_commodities/copper

(2) - http://www.mining-technology.com/features/feature-the-10-biggest-copper-mines-in-the-world

تحتل المكسيك المرتبة الرابعة بنسبة ٦% باحتياطي النحاس عالمياً البالغ (٤٦) مليون طن والمرتبة العاشرة في الانتاج بنسبة ٣,٢% ، ويرجع تاريخ اكتشاف النحاس في المكسيك في العصور ما قبل الاستعمار، اذ انتج السكان المحليون الهنود النحاس ، والذهب ، والفضة ، والمجوهرات في مناطق مختلفة من المكسيك خاصة في ولاية ميتشواكان Mitchoacan في وسط المكسيك لاسيما قبائل بورهبينشا Purhepecha الهندية المحلية .

يتوزع انتاج النحاس في المكسيك بشكل تجاري في خمسة مناجم رئيسة (في سونورا Sonora(٨٣%) و زاكاتيكاس Zacatecas(٦%) و تشيهواهوا Chihuahua (٤%) و سان لويس بوتوسي San Luis Potosí (٦%) و وتنتشر نسب قليلة (١%) في مناجم دورانجو وهيدالغو وميتشواكان[١] .

٥- الولايات المتحدة

احتلت الولايات المتحدة المرتبة الخامسة في الاحتياطي البالغ (٣٥) مليون طناً والمرتبة الرابعة في الانتاج بنسبة ٧,٢% من الانتاج العالمي ، وتطور انتاج النحاس بعد تطور صناعة نظام الهاتف بعد اكتشافه في ١٨٧٦ بدلاً من نظام التلغراف التي كانت تستعمل الاسلاك الحديدية ، كما تطورت صناعة النحاس أواخر عام ١٨٠٠ مع بداية فجر اعمارشبكة الطاقة الكهربائية في الولايات المتحدة والعالم التي بدأت تستهلك كميات كبيرة من الأسلاك النحاسية[٢].

ويعد منجم نحاس مورنسي Morenci mine في ولاية أريزونا هو أكبر منجم للنحاس في قارة أمريكا الشمالية. وبدأ انتاج المنجم في عام ١٨٧٢[٣].ويصنف المنجم ثاني أكبر منجم لإنتاج النحاس في العالم البالغ ٤٨٥٠٠٠ طن .

ويأتي في المرتبة الثانية منجم لوس برونسر Los Bronces ، وينتج ٤٠٠٠٠٠ طناً سنوياً ، وبذلك يحتل المنجم المرتبة الخامسة عالمياً في انتاج النحاس[٤] .

(1) - http://geo-mexico.com/?p=2315
(2) - https://www.copper.org/education/history/us-history/g_fact_us.html
(3)- https://www.thebalance.com/the-world-s-20-largest-copper-mines-2016-
(4) - http://investingnews.com/daily/resource-investing/base-metals-investing/copper-investing/3-largest-copper-mines-in-the-world

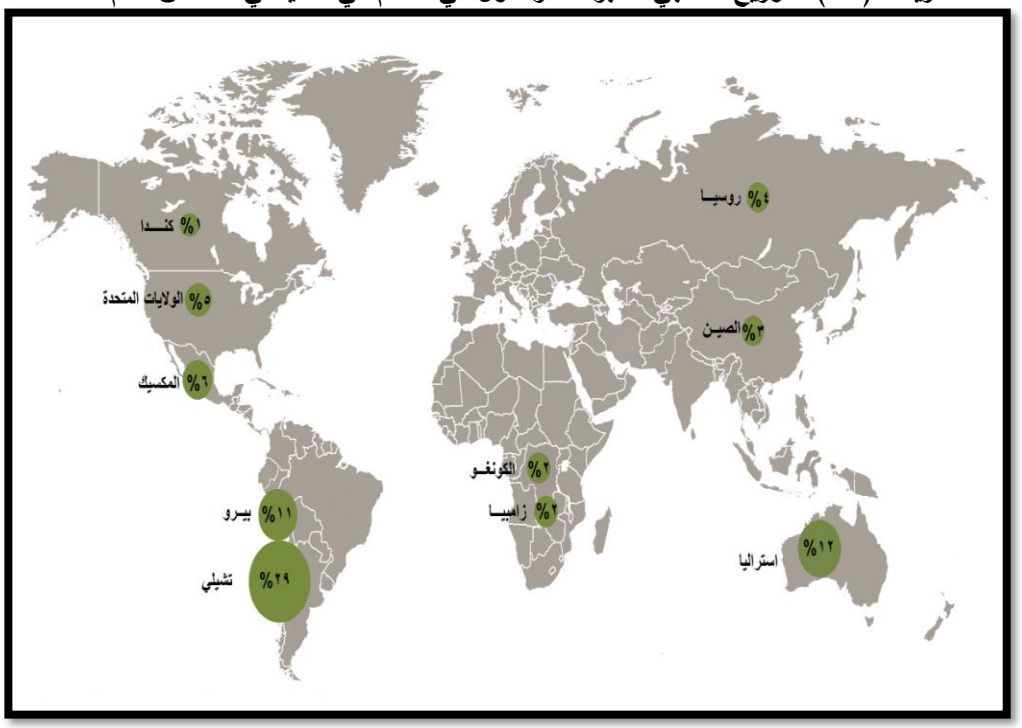
جدول (٣٧) احتياطي وانتاج النحاس في العالم في عام ٢٠١٦

الدولة	الاحتياطي مليون	%	الانتاج /طن	%
تشيلي	210	29	5.500.000	28.3
استراليا	89	12	970.000	5
بيرو	81	11	2.300.000	11.8
المكسيك	46	6	620.000	3.2
الولايات المتحدة	35	5	1.410.000	7.2
الصين	28	3	1.740.000	8.9
روسيا	30	4	710.000	3.6
الكونغو	20	2	910.000	4.6
زامبيا	20	2	740.000	3.8
كندا	11	1	720.000	3.7
اخرى لم تذكر	150	21	3780000	19.4
المجموع	720	100	19.400000	100

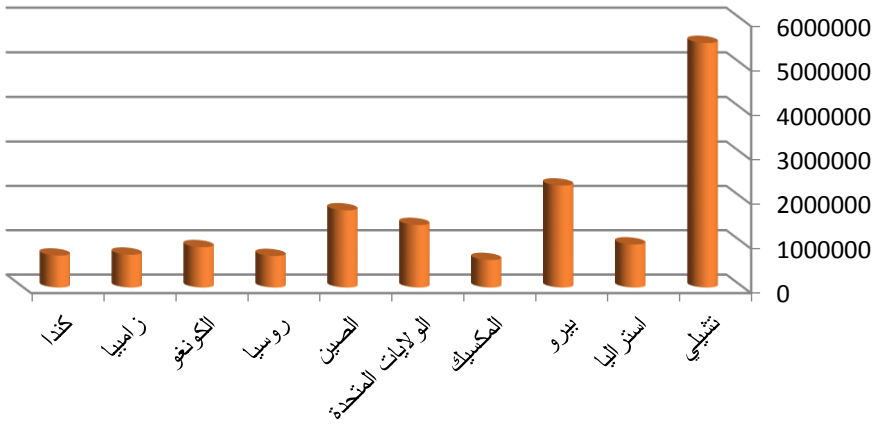
https://www.statista.com/statistics/273637/copper-reserves-by-country/

http://investingnews.com/daily/resource-investing/base-metals-investing/copper-investing/copper-production-country

خريطة (٢٣) التوزيع النسبي لأكبر عشرة دول في العالم في احتياطي النحاس لعام ٢٠١٦



شكل (٥٤) انتاج النحاس (مليون طن) في أكبر عشرة دول في العالم في عام ٢٠١٦



المصدر: باعتماد الجدول (٣٧)

ثالثاً: الالمنيوم Aluminium

يعرف الالمنيوم بأنه فلز ذو لون أبيض فضي من مجموعة البورون من العناصر الكيميائية. وهو معدن قابل للسحب خفيف الوزن لين ومرن وهو عنصر غير ذائب في الماء لا يصدأ، ويقاوم التآكل بفعل الظروف الجويَّة أو المواد الكيميائية.ويرجع تاريخ تطور صناعة الالمنيوم واستخراجه بشكل نقي من الخامات في عام ١٨٢٥ من الكيميائي الدنماركي هانز كرستيانHans-Christian ثم نجح العالم النمساوي الكيميائي كارل جوزيف بايير Bayere في عام ١٨٨٩ في براءة اختراع تكنولوجيا التحلل التلقائي لتحليل الألومينا في البوكسيت عن طريق معاملتها مع القلوية(١) ، ويعد الألمنيوم ثالث المعادن الأكثر انتشاراً في الأرض يشكل نسبة ٧,٣% من حجم كتلة الارض، وهو أيضا ثاني أكثر معدن يستعمل في العالم بعد الحديد . وتعتمد صناعة صهر الالمنيوم خامات البوكسيت Bauxite التي توجد في صخور البيسوليتيك Pisolitic .

استخدامات معدن الالمنيوم :

١-يُستعمل الجزء الأكبر من الألومنيوم نتيجة مقاومته التآكل في صناعة مواد التعبئة لمنتجات مختلفة مثل علب المشروبات وأغطية الأواني الزجاجية والأكياس ورقائق التغليف، وفي تعليب الأغذية .

٢- تستعمل صناعة الإنشاءات المعمارية سبائك الألومنيوم في صناعة أنابيب المجاري المنزلية، والقطاعات المختلفة في المساكن والأسقف والجدران للمباني، وكذلك أنابيب الأسلاك الكهربائية والإطارات الخارجية للنوافذ وتغليف واجهات المباني .

٣- بسبب خفة وزنه وقدرته على التحمل تستعمل كميات كبيرة منه في تصنيع قطع النقل مثل الطائرات والسَّيارات والسُّفن وعربات السكك الحديدية. اذ تضاعف متوسط كمية الألمنيوم الذي يستخدم في صناعة كل سيارة صنعت في أوروبا ثلاث مرات منذ ٢٠ عاما لتبلغ ١٦٠ كجم(٢) .

٤- يستعمل في العديد من المنتجات الكهربائية، وأسلاك الهاتف.

٥- تحتوي العديد من المنتجات الأخرى عليه كأواني المطبخ ومضارب الجولف، وإبر الخياطة وعلب الدهان والثلاجات الكهربائية وسَحَّابات الملابس .

٦-يستعمل بخاره كطلاء عاكس يستخدم في مرايا التلسكوب ولعب الأطفال.

---

(1) - Vadim Smirnov, Alumina Production in Russia Part I: Historical Background

(2) - http://www.reedexpo.com/Press-Releases/2016/Final-Report-ALUMINIUM-2016

وسبب هذه الاستعمالات نتيجة خصائصه التي يتصف بها كثافته المنخفضة والموصلية الحرارية العالية ومقاومته للتآكل وسهولة إعادة التدوير وهو ثاني أكثر المعادن طيع ومرن بعد النحاس[١].

وتتباين دول العالم في حصة استهلاك الفرد من الالمنيوم اذ يبلغ في الولايات المتحدة وأوروبا (٢٥-٣٠)كغم/فرد واليابان (١٥)كغم/فرد وتايوان (١٠) كغم/فرد والصين (٣)كغم/فرد وفي الهند (اقل من ١)كغم/فرد[٢] .

التوزيع الجغرافي لأنتاج الالمنيوم في العالم :

يتركز أكثر من نصف انتاج العالم من الالمنيوم كما في الجدول (٣٨) والشكل (٥٥) لعام ٢٠١٥ في الصين البالغ (٣٢,٠٠٠) مليون طن وبنسبة ٥٤,٨% من انتاج العالم ، وتحتل الصين كذلك مراتب متقدمة في تصدير الالمنيوم البالغ (٤,٨) مليون طن متري في عام ٢٠١٥ وبذلك يصل المعدل الشهري إلى ٤٠٠,٠٠٠ طن متري، في حين يتوزع (٢٠,٢٩٠) مليون طناً من انتاج الالمنيوم وبنسبة ٣٤,٨% من الانتاج العالمي في أربع عشرة دولة وهي روسيا وكندا والهند والامارات العربية واستراليا والولايات المتحدة والنروج والبحرين وآسلندا والبرازيل والسعودية وجنوب افريقيا وقطر.

وفيما يلي أهم الدول المنتجة للألمنيوم :

١-الصين :

يتركز معظم انتاج الالمنيوم عالي النقاء المطلوب في المكونات الإلكترونية في الصين في مقاطعة شينجيانغ الشمالية الغربية Northwestern Xinjiang Province التي تتصف بانخفاض كلفة انتاج الالمنيوم فيها بسبب توافر مقومات هذه الصناعة المتمثلة بانخفاض تكاليف الكهرباء وانخفاض اسعار الفحم وتطور تكنولوجيا صهر الالمنيوم فضلاً عن الخصائص الجيولوجية المميزة لاسيما في مصاهر الالمنيوم في مناطق كيو Qiya وشرق هوبي East Hope و شينهو Shenhuoالتي تتوطن بالقرب من مناجم الفحم في زوندونغ في مقاطعة شينجيانغ[٣] .

٢- روسيا الاتحادية :

تأتي روسيا الاتحادية في المرتبة الثانية في انتاج الالمنيوم وتمثل نسبة ٦% من الانتاج العالمي ، ويرجع تاريخ صناعة وصهر الالمنيوم في روسيا منذ العام ١٩٣٢ في مصهر فولخوف في منطقة لينينغراد ، وحفزت الحرب العالمية الثانية التنمية الصناعية في المناطق الشرقية من روسيا

(1) - http://www.rsc.org/periodic-table/element/13/aluminium

(2) - Business Ideas for Beginners in India.com .

(3) - Alton Tabrauax ,Worled Premarv Aluminum Production In Review, Part 1 , 2015 .

وفي مواجهة خطر وجود جزء كبير من أراضي الدولة التي يحتلها الالمان ، وأمرت الحكومة السوفياتية في وقتها إجلاء مصانع الإنتاج على نطاق لم يسبق له مثيل. تم تفكيك المعدات الرئيسية من مصاهر فولكوف Volkhov و تيخفين Tikhvin ونقلها إلى الأورال Urals وسيبيريا الغربية Western Siberia، حيث تم استعمالها لبناء مصاهر الألمنيوم بوغوسلوفسك Bogoslovsk ونوفوكوزنتسك Novokuznetsk(١).

٣- كندا :

تحتل كندا المرتبة الثالثة وبنسبة ٥% من الانتاج العالمي ، ويتركز الانتاج في عشرة مصانع لصهر الالمنيوم تسعة في مقاطعة كيبيك Quebec وواحد في مقاطعة كولومبيا البريطانية British Columbia، وتتنج مقاطعة كيبيك لاسيما في مصاهر الامنيوم في كوت نوردCôte-Nord بحدود ٢,٥ مليون طن وتمثل نسبة ٩٠% من انتاج كندا ونسبة ٦٠% من اجمالي انتاج قارة امريكا الشمالية. كما تضم مقاطعة كيبيك اكبر مصنع للالمنيوم على مستوى الامريكتين وهو مصنع سيب-إيل Sept-Iles بطاقة انتاجية سنوية ٦٠٠ ألف طناً متريا(٢) .

٤- الهند :

تأتي الهند في المرتبة الرابعة في انتاج الالمنيوم بنسبة ٤% ، وتحتوي الهند خزاناً ضخماً من احتياطيات البوكسيت تقدر ٣ مليار طن ، وبدأت صناعة الالمنيوم في الهند في عام ١٨٠٨ ومن اكبر مصاهر الالمنيوم هي بلكوم Belgaum في ولاية كارناتاكا Karnataka الذي بدأ الانتاج فيه عام ١٩٦٩ ومصنع موري Muri في ولاية جهارخاند Jharkhand أنشئت في عام ١٩٤٨ ومصنع دامانجودي Damanjodiفي ولاية أوريساOrissa(٣).

٥- الامارات العربية المتحدة :

تأتي الامارات العربية في المرتبة الخامسة عالمياً والأولى عربياً في انتاج الالمنيوم ،ويرجع تطور صناعة الالمنيوم في الامارات العربية نتيجة الاستفادة من توفر الغاز الطبيعي الرخيص اذ يمثل الوقود نسبة ٢٩% من كلفة انتاج الالمنيوم وكذلك توفر الايدي العاملة الرخيصة فضلاً عن تنامي الطلب العالمي على الالمنيوم البالغ (٣)مليون طن سنوياً لاسيما الصين ، ويعد مصنع ايمال لصهر وانتاج الالمنيوم أكبر مجمع لصهر الالمنيوم في العالم اذ تبلغ طاقتة الانتاجية ٧٠٠٠٠٠طناً/ سنوياً، ويقع هذا المصنع بين امارتي أبو ظبي ودبي وعلى بعد ٦ كم من ميناء خليفة في منطقة الطويلة

(1) - History of the Russian Aluminium Industry

(2)- The Aluminum Industary In Canada .2017 . Kevin H. Touchette,

(3) - Aluminium Industry in India , http://www.mapsofindia.com/aluminium/

.ويأتي مصنع الالمنيوم الابيض في المرتبة الثانية بالاهمية الذي يقع في منطقة المصفح الصناعية في أبو ظبي وينتج هذا المعمل الواح الالمنيوم المعمارية الانشائية الذي تأسس عام ١٩٧٣ .

٦- استراليا :

تحتل استراليا المرتبة السادسة في انتاج الالمنيوم وبنسبة ٢,٨% من الانتاج العالمي ، ويوجد في استراليا اربع معامل لصهر الالمنيوم وهي[١] :

أ-معمل خليج بيل Bell Bay يقع بيل باي على مصب نهر تامار ، على بعد حوالي خمسة كيلومترات من جورج تاون و ٤٥ كيلومترا من مدينة لونسيستون في ولاية تسمانيا الشمالية .

تم تشغيل مصهر خليج بيل منذ عام ١٩٥٥ وكان أول مصهر بني في نصف الكرة الجنوبي. ينتج المصهر حوالي ١٨٠,٠٠٠ طناً من الالمنيوم سنويا .

ب- معمل بوين سملترز ليميتد Boyne Smelters Limited (BSL) وهو أكبر مصهر الألمنيوم في استراليا ، يقع على بعد ٢٠ كم جنوب جلادستون في جزيرة بوين على ساحل كوينزلاند الوسطى، وينتج أكثر من ٥٧٠,٠٠٠ طناً من الألومنيوم سنويا. أنشئ المعمل عام ١٩٨٢ ، ويتم تصدير معظم الألمنيوم المنتج في المصهر إلى جنوب شرق آسيا وأمريكا الشمالية ويستعمل في المنتجات الهندسية للفضاء والنقل وبناء المباني ونقل الكهرباء وتوليد طاقة الرياح والصناعات الترفيهية .

ج- معمل توماجو Tomago يقع على بعد ١٣كم شمال غرب ولاية نيوكاسل ، ينتج المصهر ما يقرب من ٥٥٠,٠٠٠ طناً سنوياً ، وتصدر معظم منتجات توماجو إلى جنوب شرق آسيا واليابان والصين .

د - معمل سملتر Smelter في نيوزيلاند ويقع في شبه جزيرة تيواي Tiwai بالقرب من ميناء بلوف Bluff في سوثلاند ، أنشئ المعمل عام ١٩٧١.

٧- الولايات المتحدة :

تأتي الولايات المتحدة في المرتبة السابعة بفي نتاج الالمنيوم وبنسبة ٢,٧% من الانتاج العالمي، وتعتمد صناعة الالمنيوم في الولايات المتحدة استيراد خامات البوكسيت التي بلغت في عام ٢٠١٦ بحدود (١,١٤) مليون طناً من دول البحر الكاريبي لاسيما جامايكا والبرازيل[٢].

(1) - http://www.pacificaluminium.com.au/62/New-Zealand-Aluminium-Smelters-Limited

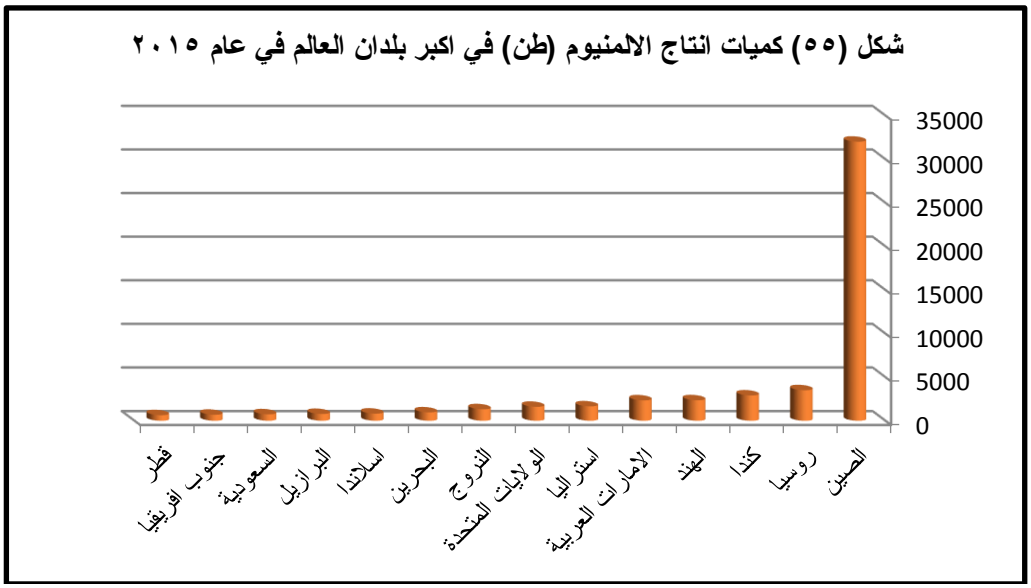
(2) - http://www.alcircle.com/bauxite/newscircle/market/detail/26705/usa-bauxite-import-drops-61-yoy-during-third-quarter-2016

جدول (٣٨) انتاج الالمنيوم في العالم في عام ٢٠١٥

الدولة	الانتاج / مليون طن	%
الصين	32.000	54.8
روسيا الاتحادية	3.500	6
كندا	2.900	5
الهند	2.350	4
الامارات العربية	2.340	4
استراليا	1.650	2.8
الولايات المتحدة	1.600	2.7
النروج	1.320	2.2
البحرين	0.960	1.6
اسلندا	0.820	1.4
البرازيل	0.780	1.3
السعودية	0.740	1.2
جنوب افريقيا	0.690	1.1
قطر	0.640	1
اخرى لم تذكر	6.010	10.3
المجموع	58.300	100

Source :U.S. Geological Survay ,mineral Commodity Summaries ,January 2016 .

شكل (٥٥) كميات انتاج الالمنيوم (طن) في اكبر بلدان العالم في عام ٢٠١٥



المصدر :باعتماد الجدول (٣٨) .

رابعاً : اليورانيوم Uranium

هو المعدن الذي ذرته تُعد أكثر ذرات المعادن وزنا و أكثرها كتلة ، واليورانيوم الذرة الطبيعية الاكثر ترشـــحاً للإنشـــطار النووي وتكوين العناصـــر الأخرى و تحرير الطاقة، وهو عالي الكثافة ، اذ يبلغ العدد الذري (عدد البروتونات) لذرة اليورانيوم ٩٢ ، واليورانيوم له ســـتة نظائر في الطبيعة جميعا متســـاوية في العدد الذري لكنها مختلفة في العدد الكتلي ، ويتوزع اليورانيوم في الطبيعة على شكل النظير (يورانيوم ٢٣٨) بأعلى نسبة إذ يشكل هذا النظير ما نســبته ٩٧% من كمية اليورانيوم الموجودة في الطبيعة . تم اكتشــاف اليورانيوم في عام ١٧٨٩ من العالم الكيميائي الالماني مارتن كلابروث Martin Klaproth .

استخدامات معدن اليورانيوم :

١-الحصـــول على الوقود في محطات الطاقة النووية ، فمحطات الطاقة النووية تولد الكهرباء من خلال القيام بعملية إنشطار نووي ، وهذا ينتج عنه كمية كبيرة من الطاقة مقابل كمية صغيرة من اليورانيوم ، فالكيلوجرام واحد من اليورانيوم يمكن أن ينتج طاقة تعادل ما يستهلكه ١٥٠٠ طناً من الفحم .

٢- إستعمال اليورانيوم في أنواع من الذخيرة الخاصة اذ يستعمل (اليورانيوم المنضب) في الرصاص و القذائف الكبيرة لجعلها صـــلبة و كثيفة بما فيه الكفاية لإختراق الأهداف المُدرَّعة ، ولتحســـين الدروع المعدنية في الدبابات والعربات المُدرَّعة.

٣- في صناعة القنابل الذرية منذ الحرب العالمية الثانية .

التوزيع الجغرافي لليورانيوم:

يتركز بحدود ثلاثة ارباع إنتاج اليورانيوم في العالم وبنسبة ٧٢,٣% في ثلاث دول رئيسة هي كازاخستان وكندا واستراليا في حين يتوزع بقية الانتاج وبنسبة ٢٧,٧% في ثلاثة عشر دولة كما يتبين من الجدول (٣٩) والشكل (٥٦). أهم مناطق انتاج اليورانيوم في العالم هي[1] :

١-كازاخستان :

تعد كازاخستان المنتج الاول والرئيس في العالم البالغ (٢٤٥٧٥) طناً ويشكل نسبة ٣٩,٦% من الانتاج العالمي ، ويحتل منجم تورتكودوك Tortkuduk المركز الأول بانتاج اليورانيوم في كازاخستان والخامس عالمياً ، اذ بلغ انتاجه (٢٦٦١) طناً من اليورانيوم ، ويقع المنجم على بعد حوالى ٢٥٠ كم شمال ولاية شيمكنت Shimkent ، وبدأ الإنتاج من منجم تورتكودوك في عام ٢٠٠٧ ويتم معالجة خامات اليورانيوم في مصنع تورتكودوك الذي زادت طاقته الإنتاجية من ١٥٠٠ طناً إلى ٤٠٠٠ طناً من اليورانيوم سنوياً في عام ٢٠١٠. وتقدرالأحتياطيات المؤكدة والمحتملة لمنجم تورتكودوك بحدود (١٦,٥) مليون طن.

ويأتي في المرتبة الثانية في كازاخستان وفي المرتبة السابعة عالمياً منجم بودينوفسكوي Budenovskoye المعروف أيضا باسم منجم كاراتاو Karatau ،ويبلغ انتاج المنجم (٢٢٣٥) طن من اليورانيوم ، ويقع المنجم على بعد ٤٠٠ كم شمال غرب شيمكنت Shymkent في اقليم سوزاك Suzak region في مقاطعة كازاخستان الجنوبية South Kazakhstan province .

وبدأ الإنتاج التجاري من منجم بودينوفسكوي لليورانيوم في كانون الثاني ٢٠٠٩، وتقدر الاحتياطيات المؤكدة والمحتملة في المنجم بحدود (٤٠,٧) مليون طن.

٢- كندا :

تحتل كندا المرتبة الثانية في العالم في انتاج اليورانيوم البالغ (١٤٠٣٩) طناً وبنسبة ٢٢,٦% من انتاج العالم ، ويعد منجم نهر ماكارثر Mcarthur River الذى يقع على بعد ٦٢٠ كم شمال مقاطعة ساسكاتون Saskatoon أكبر منجم لإنتاج اليورانيوم فى العالم خلال عام ٢٠١٦ ، وقد أنتج (٧٥٢٠) طنا من اليورانيوم وهو ما يمثل ١٢,١٪ من إجمالي إنتاج اليورانيوم في العالم. ويعد منجم نهر مكارثر أكبر مستودع لليورانيوم عالي الجودة في العالم. اكتشفت منجم مكارثر في عام ١٩٨٨، وبدأت عملية التعدين في عام ١٩٩٩. وقد قدرت الاحتياطيات المؤكدة والمحتملة لهذا المنجم (١,٠٥) مليون طن .

(1) - http://www.mining-technology.com/features/feature-the-10-biggest-uranium-mines-in-the-world/

٣- استراليا:

تأتي استراليا في المرتبة الثالثة في انتاج اليورانيوم البالغ (٦٣١٥) طناً وبنسبة ١٠,١% من الناتج العالمي ، و يعد منجم السد الاوليمبى Olympic Damالذى يقع بالقرب من بلدة روكسبى داونز Roxby Downs على بعد ٥٦٠ كم شمال ولاية اديلايد Adelaide المنجم الأول فى استراليا وثانى اكبر منجم فى العالم ، ويبلغ انتاجه (٤١٠٠) طن كما ينتج المنجم أيضا النحاس والفضة والذهب ، واحتياطياته بحدود ٦١٩ طن .

ويأتي منجم اليورانيوم رانجر Ranger في المرتبة الثانية الواقع على بعد ٢٦٠ كيلومترا شرق ولاية داروين Darwin في الإقليم الشمالي من استراليا، ويصنف ثالث أكبر منجم لليورانيوم في العالم حيث أنتج المنجم (٣١٤٦) طناً من اليورانيوم ، ويعمل المنجم منذ عام ١٩٨٠، وبدأ المنجم يتحول من التعدين المفتوح السطحي إلى الاستكشافات تحت الأرض أو التعدين الباطني . ويقدر مجموع احتياطيه حوالي (٩,٦٧٥) مليون طن .

٤- النيجر :

تحتل النيجر المرتبة الأولى في الانتاج على مستوى قارة أفريقيا والرابعة عالمياً في انتاج اليورانيوم وبنسبة ٥,٦% ، ويعد انتاج منجم اليورانيوم آرليت Arlit الأكبر على مستوى النيجر والرابع فى العالم الذي بدأ انتاجه ١٩٧١، يقع على الحدود الجنوبية للصحراء فى النيجر، ويصل انتاجه ٣٠٦٥ طناً من اليورانيوم. وتتألف عملية التعدين في آرليت من عدة حفر مكشوفة تستغل أربع مواقع للرواسب رئيسية هي آرليت Arlit وتامو Tamou وتاجورا Tagora وأرتوا Artois ،ويقدر احتياطي منجم آرليت من اليورانيوم المؤكد والمحتمل (٢,٦٧) مليون طناً .

٥- ناميبيا :

تحتل ناميبيا المرتبة الخامسة عالمياً وبنسبة ٥,٣% من الناتج العالمي من اليورانيوم ، ويعد منجم روسينغ Rossing الذى يقع بالقرب من بلدة اراندیس Arandis فى اقليم ارونجو Erongo في ناميبيا سادس اكبر منجم في العالم . وقد أنتج المنجم المفتوح (٢٨٩٢) طن ، وبدأ انتاجه عام ١٩٧٦، وهو أول منجم في ناميبيا ومن أقدم المناجم في العالم. وتقدر الاحتياطيات المؤكدة والمحتملة في المنجم (١٣١) مليون طناً .

ويأتي في المرتبة الثانية من الأهمية منجم لانغر هاينريش Langer Heinrich ،الذى يقع فى صحراء ناميب Namib Desert على بعد ٤٠ كم جنوب شرق منجم روسينغ ، ويصنف هذا المنجم تاسع أكبر منجم لانتاج اليورانيوم فى العالم. ويبلغ معدل الانتاج السنوي (١٩٦٠) طناً وبدأ انتاجه ٢٠٠٧، وقدرت الاحتياطيات المؤكدة والمحتملة لليورانيوم في لانغر هاينريش (١٠٨,١) مليون طن .

٦- روسيا الاتحادية :

تسهم روسيا الاتحادية بنسبة ٤,٨% من اجمالي انتاج العالم ، ويعد منجم كرازنوكامنسك Kraznokamensk في منطقة زابايكالسكي كراي Zabaykalsky Krai في اقليم تشيتا- ترانسبايكال Chita-Transbaikal region بالقرب من الحدود الصينية الروسية أكبر المناجم في روسيا الاتحادية . وهو ثامن أكبر منجم في العالم، اذ ينتج (١٠١١) طناً من اليورانيوم ، وتتكون عملية تعدين اليورانيوم في كرازنوكامنسك من ستة مناجم تحت سطح الأرض هي منجم(١) ، منجم(٢) ، منجم غلوبوكي Gluboky ، منجم شختا Shakhta 6R ، منجم(٦) ،منجم (٨) ، بدأ إنتاج اليورانيوم في مناجم كرازنوكامنسك في عام ١٩٦٨.

٧- أوزباكستان :

تحتل أوزباكستان المرتبة السابعة عالمياً وبنسبة ٣,٨% من الانتاج العالمي ، ويبلغ مجموع احتياطيها (١٨٥٨٠٠)طن ، تعد مناجم بخارى Bukhara province أهم مناطق الانتاج ، واكتشفت عام ١٩٧١ ومن أهم المناجم شمال وجنوب بوكيناي Bukinay وبيشكاك Beshkak و إستيكلول Istiklol وجنوب سوغرالي South Sugraly ، وتقدر احتياطيات هذه المناجم بحدود (٥٢٠٠٠) طن ، ويتراوح انتاجها بين (١٢٠٠-١٠٠٠)طن .

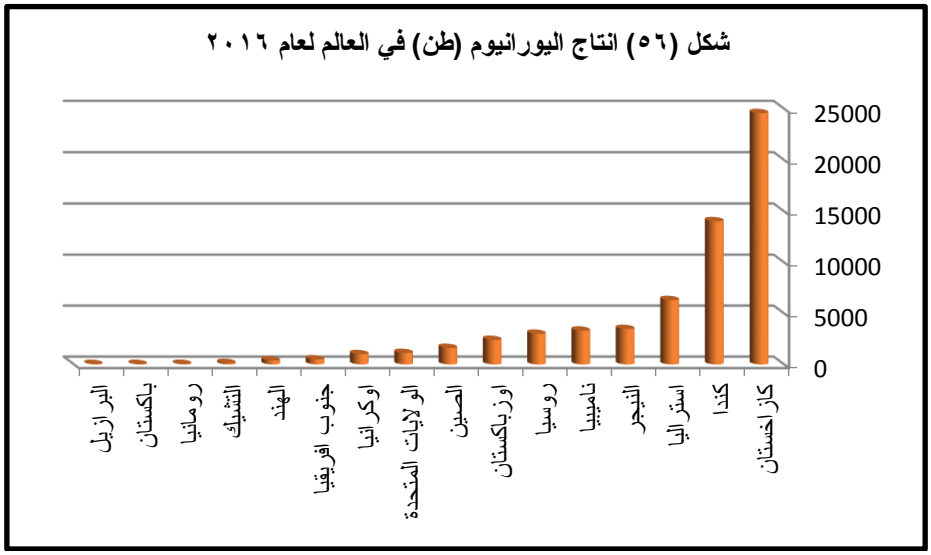
يحتل منجم أوشكودوك Uchkuduk المرتبة الثانية ويقع على بعد ٣٠٠ كم شمال مدينة نافوي Navoiبدأ انتاجه عام ١٩٦١، وتقدر احتياطياته (٥١٠٠٠) طن ، ويتراوح إنتاجه السنوي بين (٧٠٠-٧٥٠) طن .

تأتي في المرتبة الثالثة مناجم المنطقة الجنوبية في مقاطعة سمرقند Samarkand ،اكتشفت عام ١٩٦٤وأهم مناجمها في هذه المنطقة هي(سابيرساي Sabirsay و كيتنشي Ketmenchi يوغدو Yogdu و أوليوس Ulus) تمتلك هذه المناجم احتياطيات (١٣٠٠٠) طن ، ويتراوح معدل الإنتاج السنوي بحدود (٦٥٠-٦٠٠) طن.

جدول (٣٩) انتاج اليورانيوم في العالم لعام ٢٠١٦

اسم الدولة	الانتاج / طن	%
كازاخستان	24575	39.6
كندا	14039	22.6
استراليا	6315	10.1
النيجر	3477	5.6
ناميبيا	3315	5.3
روسيا	3004	4.8
اوزباكستان	2404	3.8
الصين	1616	2.6
الولايات المتحدة	1125	1.8
اوكرانيا	1005	1.6
جنوب افريقيا	490	0.7
الهند	385	0.6
التشيك	138	0.2
رومانيا	50	0.08
باكستان	45	0.07
البرازيل	44	0.07
المجموع	62027	100

http://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/mining-of-uranium.



المصدر : باعتماد الجدول (٣٩).

الفصل العاشر

الصراع والتنافس الأقليمي والدولي على مصادر الطاقة والمعاهدات الدولية

يرتبط النفط بعلاقة وطيدة منذ زمن بعيد مع الصراعات والأزمات السياسية ، وتعود هذه العلاقة إلى بداية القرن الماضي وتحديدًا العام ١٩١٤، حيث أضحت سلعة النفط محركًا أساسيًا ومهمًا في وقائع الأزمات والصراعات الدولية ، وبعد انتهاء الحرب العالمية الأولى سجّلت أسعار النفط مستوياتٍ تصل إلى ١٠٠ دولار للبرميل، حيث تنامت الحاجة إلى تأمين مصادر الطاقة للعمليات العسكرية والإنتاج الصناعي وغيرها، وأصبح النفط أحد أهم الأهداف العسكرية، وأحد المقومات الأساسية في رسم الحدود السياسية والاقتصادية.

واستمر النفط من أبرز العوامل المؤثرة في السياسة الدولية حيث كان له دور مهم كورقة ضغط في حرب تشرين الأول/ أكتوبر العام ١٩٧٣ عندما استعمل العرب النفط سلاحًا للضغط على الدول الغربية ، لإجبار الكيان الصهيوني على الانسحاب من الأراضي العربية التي احتلتها في حرب ١٩٦٧، وقد أكد استعمال العرب لورقة النفط أهمية هذه السلعة ودورها في العلاقات الدولية .

وتشير وثائق سريّة إلى أهمية النفط بالنسبة للدول الكبرى حيث كشفت وثيقة سرية بريطانية آنذاك عن تفكير الولايات المتحدة الجاد حينها في إرسال قوات محمولة جوًا للسيطرة على حقول النفط الرئيسة في بعض دول الخليج العربي خلال الحظر على صادرات النفط الذي فرضته الدول العربية.

ومنذ ذلك الحين بدأت مسألة تأمين إمدادات النفط تشغل بال الدول الكبرى، ولا غرابة إذا قلنا أنّ ما لحق بالمنطقة من حروب وويلات كان أحد أهم أسبابه تأمين تدفق النفط إلى تلك الدول التي تحرك دفّة الصراعات في المنطقة .

أولاً :الصراع والتنافس الأقليمي والدولي على مصادر الطاقة في منطقة الشرق الأوسط:

تنفرد منطقة الشرق الأوسط بأهميّة قصوى في حسابات الدول الكبرى ، لما لها من أهميّة استراتيجيّة ولما تتمتّع به من غِنى في مواردها الطبيعيّة وفي مقدمتها النفط والغاز، فضلاً عن الموقع الجغرافي المتميّز لدول الشرق الأوسط الذي يتحكّم بمجموعة من القنوات والبحار والممّرات المائيّة الإستراتيجية المهمّة ،مما يتيح لها أن تؤدي دور حلقة الوصل في مسارات نقل النفط الخام والغاز والمواد الأولية إلى الدول الصناعية والدول الكبرى ، تحتوي منطقة الشرق الاوسط على أكبر احتياطي نفطي بالعالم البالغ في عام ٢٠١٦ (٨١٦,٨) مليار برميل ويمثل نسبة ٤٧,٨% من اجمالي احتياطي العالم البالغ (١٧٠٦,٧) مليار برميل ، كما تمتلك هذه المنطقة احتياطياً كبيراً من الغاز الطبيعي البالغ (٢٨٦٢,٧) ترليون قدم مكعب وتمثل نسبة ٤٣,٤% من اجمالي احتياطي العالم من الغاز البالغ (٦٥٨٨,٨) ترليون قدم مكعب .

أهم القوى الدولية المتنافسة على نفط الشرق الاوسط :

١-دول الاتحاد الاوروبي :

ظلت سياسة الطاقة في دول أوروبا حتى قيام الحرب العالمية الثانية تعتمد أساساً مصدراً واحداً للطاقة وهو الفحم، حيث كان يلبي أكثر من ٩٠% من احتياجات هذه الدول، أما بعد الحرب العالمية الثانية وخلال خمسينيات وستينيات القرن الماضي والعقود التي تلت ذلك ، فقد زاد استهلاك النفط والمنتجات البترولية بصورة سريعة لعدة أسباب مثل تدني سعر البترول و سهولة نقل النفط ومشتقاته نتيجة تطور صناعة ناقلات النفط وتزايد اعدادها وطاقاتها النقليه وتطور وتعدد مسارات انابيب نقل النفط فضلاً عن افتتاح قنوات وممرات مائية أسهمت في تقليل المسافة بين مواقع النفط ومناطق استهلاكه كقناة السويس وبنما ونظافة البترول وقلة التلوث المرتبط باستعماله .

أخذت دول غرب أوروبا تزيد من اعتمادها بترول الشرق الأوسط بصورة كبيرة، فقد ازدادت درجة الإعتماد من ٢٠% من جملة استهلاك البترول قبل الحرب العالمية الثانية إلى ٤٣% العام ١٩٤٧ ثم إلى ٨٥% العام ١٩٥٠، ولاحقًا زاد الطلب الغربي وغيره من الدول الصناعية على البترول في الشرق الأوسط طوال العقود التي تلت القرن الماضي وصولاً إلى مرحلتنا الراهنة بنسب تصاعدية وذلك لعدة اسباب :

١- قُرب حقول بترول الشرق الأوسط من السوق الأوروبي.

٢- النفوذ الكبير للدول الأوروبية في منطقة الشرق الأوسط ، حيث كانت فرنسا تسيطر على دول (الجزائر وسورية ولبنان)، وإنجلترا تسيطر على دول (الكويت ودولة الامارات والسعودية وقطر والبحرين وعمان والعراق وشرق الاردن وفلسطين).

٣- كانت الدول الأوروبية تتمتع بامتيازات واسعة لاستغلال حقول بترول دول الشرق الأوسط عن طريق الشركات التابعة لها ، ومنها (الشركة الفرنسية للبترول CFP) و(الشركة البريطانية BP) وشركة (شل المملوكة مشاركة بين إنكلترا وهولندا)، وقد كانت هذه الشركات تبيع بترولها للدول الأوروبية بالعملات المحلية لهذه الدول. ويرجع سبب هذه الامتيازات لهذه الشركات لامتلاكها تكنولوجيا متقدمة وامواالاً طائلة التي يتطلبها استخراج النفط من الاعماق البعيدة، حيث تراجعت معظم الشركات الوطنية التي تشكلت خلال فترة السبعينات من القرن الماضي .

٤- عدم استطاعة الولايات المتحدة الأميركية إمداد دول أوروبا واليابان باحتياجاتها من البترول بسبب توقعها حدوث نقص بترول عالمي ، ومن ثمَ فهي معنية بإيجاد بدائل لتغطية هذه الامدادات .

٢-الولايات المتحدة الامريكية :

يبلغ احتياطي الولايات المتحدة الامريكية من النفط في عام ٢٠١٦ (٤٨) مليار برميلاً ، ويصل انتاجها (١٢,٣٥٤) مليون برميلاً/يومياً ، بينما يبلغ استهلاكها (١٩,٦٣١) مليون برميلاً/يومياً وبذلك يصل عجز الولايات المتحدة من النفط (٧,٢٧٧) مليون برميل/يومياً ، أي انها تحتاج لاستيراد ٣٧% من مجموع حاجتها اليومية من النفط ، لذا تحتل منطقة الشرق الاوسط مكانة استراتيجية مهمة جداً لدى الولايات المتحدة الامريكية، حيث تعدها منطقة نفوذ ومصالح تتعلق بالأمن القومي الامريكي لتغطية حاجاتها الصناعية والتشغيلية ، والسيطرة عليها يتيح لها امكانية تأمين امدادات وصول النفط وكذلك التحكم بسوق النفط العالمية ، وبعد احداث ١١ ايلول ٢٠٠١، شنت الولايات المتحدة حربها الأولى على أفغانستان والثانية ضد العراق، وسيطرتها على النفط العراقي وخصخصته لشركاتها في المقام الأول عبر عقود ملزمة ، ويرجع اهتمام الولايات المتحدة الأمريكية إلى أن احتياطي النفط العراقي يمثل خامس أكبر احتياطي نفطي في العالم، من خلال امتلاكه ١٥٣ مليار برميلاً في عام ٢٠١٦ ، فضلاً عن خطط الولايات المتحدة الأمريكية لإعادة رسم خريطة الشرق الأوسط بما يخدم مصالحها الاستراتيجية العليا لاسيما الاقتصادية منها، عبر إضعاف أو إنهاك كل من روسيا والصين، فضلاً عن اوروبا وإيران وسوريا، والسيطرة على صمامات الطاقة التي تتغذى عليها الدول الكبرى، لاسيما الدول الأوربية واليابان.

٣-الصين :

تستحوذ أسواق الشرق الآسيوية على أكبر حصة من نفط منطقة الخليج العربي خاصة الصين وذلك لتسارع النمو الاقتصادي للصين الذي يزيد عن ٦% سنوياً واصبحت تقود الاقتصاد العالمي وهذا يتطلب ارتفاع طلبها على جميع أنواع النفط لتغطية حاجتها البالغ (١٢,٣٨١) مليون برميلاً/يومياً، بينما يصل انتاجها (٣,٩٩٩) مليون برميلاً/يومياً ،وبذلك يصل عجزها من النفط (٨,٣٨٢) مليون برميلاً/يومياً ، اي انها تحتاج لاستيراد ٦٧% من حاجتها من النفط يومياً اذ تفوقت الصين في الآونة الأخيرة بسرعة على الولايات المتحدة من حيث كونها أكبر مستورد للنفط في العالم ، ليس هذا فقط بل اصبحت تستورد النفط الخام من منطقة الخليج بكميات تفوق ما تستوردهُ الولايات المتحدة ، ويرجع سبب اعتمادها النفط الخليجي لقرب المنطقة منها جغرافيا بين كثير من منتجي النفط في العالم ، وتستورد الصين حاليا نحو ٥,٦ مليون برميل/ يومياً ، حيث يأتي نحو نصف هذه الواردات من منطقة الخليج العربي ، وتستورد ثلث احتياجها من الغاز من منطقة الخليج العربي ، كما أسست شركات الطاقة الصينية الرئيسة مواطئ قدم في الشرق الأوسط ،وتمتد مشاريع هذه الشركات في الدول النفطية في منطقة الشرق لأوسط لتشمل مشروعات البتروكيماويات والغاز الطبيعي ومشاريع التكرير.

ثانياً :الصراع والتنافس الإقليمي والدولي على مصادر الطاقة في قارة أفريقيا :

أصبحت القارة الأفريقية محط أنظار الاهتمام العالمي لاسيما بعد أحداث ١١ ايلول ٢٠٠١ لما تمثله هذه القارة من اهمية جيبوليتيكية وإستراتيجية واقتصادية متنامية، فأفريقيا تطرح بديلاً قوياً لمصادر نفط الشرق الاوسط ، الأمر الذي أدى الى احتدام التنافس الدولي على النفط والموارد الطبيعية الأفريقية .

تحتل قارة أفريقيا موقعاً مهماً في خارطة النفط العالمية اذ تزايد الاحتياطي النفطي الأفريقي من (٥٣,٤) مليار برميل في عام ١٩٨٠ ليبلغ (١٢٨) مليار برميل عام ٢٠١٦ ويشكل نسبة ٧,٥% من الاحتياطي العالمي البالغ (١٧٠٦,٧) مليار برميل ، ويتركز أكثر من نصف الاحتياطي الأفريقي بنسبة ٦٦,٧% في دولتين هما (ليبيا ونيجيريا) بواقع (٤٨,٤) و(٣٧,١) مليار برميل على التوالي .كما ارتفع انتاج القارة من النفط لاسيما بعد أحداث ١١ أيلول ٢٠٠١ من (٧,٨٦٤) مليون برميل لتصل أقصاها عام ٢٠٠٧ (١٠,٢٦٨) مليون برميلاً ليمثل نسبة ١٢,٥% من مجموع الناتج العالمي في تلك الفترة البالغ (٨٢,٣٣٤) مليون برميل ، لكنَ الانتاج تراجع ليصل ادنى مستوى في عام ٢٠١٦ ليبلغ (٧,٨٩٢) مليون برميلاً وبنسبة ٨,٥% من اجمالي الانتاج العالمي البالغ (٩٢,١٥٠) مليون برميلاً نتيجة عدم الاستقرار السياسي والصراعات في بعض دول القارة لاسيما في ليبيا ، ولهذا تسعى الدول الكبرى لوضع استراتيجية من شأنها تحقيق أقصى استفادة من النفط الأفريقي .

ويتركز معظم انتاج النفط في قارة أفريقيا في الجزء الغربي منها ، اذ تأتي نيجيريا في مقدمتها في عام ٢٠١٦ التي يتركز ربع انتاج النفط الافريقي فيها بنسبة ٢٦% البالغ (٢,٠٥٣) مليون برميل/يومياً ، كما نجحت غينيا الاستوائية في رفع انتاجها النفطي من (١١٨) الف برميلاً/ يومياً عام ٢٠٠٠ لتبلغ في عام ٢٠١٦ (٢٨٠) الف برميل/يومياً ، وتسعى الشركات الامريكية التي تمتلك اكبر عقود التراخيص للتنقيب فيها الى رفع الانتاج فيها الى (٧٤٠) الف برميلاً/ يومياً حتى عام ٢٠٢٠[١] . كما تطورت احتياطيات الجابون لتبلغ (٢) مليار برميل وارتفع انتاجها اليومي من النفط (٢٢٧) الف برميلاً ،

أما الجزء الجنوبي من قارة أفريقيا تشمل أنغولا التي يتركز بها رابع أكبر احتياطي نفطي في القارة البالغ (١١,٦) مليار برميل بنسبة ٩% من اجمالي احتياطي القارة ، وتحتل المرتبة الثانية في الانتاج البالغ (١,٨٠٧) مليون برميل/يومياً وبنسبة ٢٢,٨% من مجموع انتاج القارة.

وفيما يتعلق في القسم الشمالي من القارة وهي الاقرب لاسواق الدول الاوروبية فإنه يتركز نصف احتياطي القارة في هذا القسم وبنسبة ٥٠% لاسيما في (ليبيا والجزائر ومصر) في احتياطيات

(١) كولين كامبيل وفراوكده ليزنبوركس وآخرون ، ترجمة عدنان عباس على ، نهاية عصر البترول ، الكويت ، ٢٠٠٤ ، ص ٧٣ .

بلغت (٣٧,١) و(١٢,٢) و (٣,٥) مليار برميل على التوالي ،وتراجع الانتاج في ليبيا ليبلغ عام ٢٠١٦ (٤٢٦) الف برميلاً/يومياً بعد ان وصل اقصاه عام ٢٠٠٨ (١,٨٢٠) مليون برميلاً/يومياً نتيجة الصراع في هذه الدولة ، اما الجزائر تحتل المرتبة الثالثة على مستوى القارة في انتاج النفط البالغ (١,٥٧٩) مليون برميلاً/يومياً بنسبة ٢٠% من اجمالي انتاج القارة ، بينما تنتج مصر (٦٩١)الف برميلاً/يومياً .

اما الجانب الشرقي من القارة يعد قليل الانتاج باستثناء دولتي جنوب السودان والسودان التي تطورت احتياطياتها لتبلغ (٣,٥) و(١,٥) مليار برميل على التوالي بينما يصل انتاجهما (١١٨) و(١٠٤) الف برميل/يومياً . اما منطقة وسط أفريقيا التي تضم الكونغو وتشاد يبلغ احتياطيهما (١,٦) و(١,٥) مليار برميل على التوالي بينما يبلغ الانتاج (٢٣٨) و(٧٣) الف برميل/يومياً على التوالي لعام ٢٠١٦ [١] .

اخذ الثقل البترولي الأفريقي يفرض نفسه كأحد العوامل الأساسية في الاقتصاد العالمي وفرض استراتيجية للتعامل الدولي مع افريقيا وذلك لعدة أسباب منها:

١-اتجاه الدول الصناعية نحو التنويع في إمدادات المصادر النفطية.

٢-الأحداث المضطربة في منطقة الشرق الأوسط .

٣-تنامي الاستهلاك العالمي للنفط لاسيما في الولايات المتحدة والصين اذ يأتيان في مقدمة دول العالم الأكثر استهلاكاً للمصادر البترولية لذلك تمثلان أكبر دول العالم اهتماماً في النفط الأفريقي.

٤-سياسات القوى الكبرى الخاصة بتأمين الطاقة لأنها أصبحت عصب الاقتصاد ، ومن ثم اصبحت قضايا الطاقة توضع مباشرة من أولويات الأمن القومي لهذه الدول ، اذ اصبح امن الطاقة شأنه شأن العديد من المحددات والاولويات كالحفاظ على امن ومكانة الدولة وتأمين حدود الدولة ، فالصراع بين الصين والولايات المتحدة وروسيا والعديد من الدول الصناعية الصاعدة اصبحت حول مصادر الطاقة ، فضلاً عن الارباح التي تجنيها الشركات من وراء انتاج ونقل هذا المصدر الحيوي .

٥-يتصف البترول في قارة أفريقيا بالجودة وأفضل نوعية مقارنةً مع نوعية النفط في منطقة الشرق الأوسط نظراً لأحتوائه نسباً ضئيلة من الكبريت .

٦-الموقع الجغرافي المميز للنفط الأفريقي ، فهو قريب من الاسواق الاستهلاكية في أوروبا والأمريكتين الشمالية والجنوبية مما يخفف من تكاليف النقل خاصة اذا اخذ في نظر الاعتبار

(1) BP Statistical Review Of Worled Energy ,June 2017.

الاوضاع السياسية المضطربة في منطقة الشرق الاوسط وامكانية تعطل خطوط نقل النفط سواء في مضيق هرمز وباب المندب وقناة السويس .

٧- ان الدول الافريقية المنتجة للنفط باستثناء نيجيريا وليبيا والجزائر لا تنتمي الى منظمة الدول المصدرة للنفط (أوبك) التي تعمل على تحديد كميات انتاج النفط والتحكم في اسعار النفط العالمية ، مما يمكن هذه الدول من حرية الانتاج .

٨- تتصف القارة الأفريقية بأنها الأقل استهلاكاً للنفط مقارنةً مع القارات الأخرى ، مما يمكنها من تصدير الفائض للأسواق العالمية .

٩- يتركز معظم الاحتياطي النفطي للقارة الأفريقية في السواحل وفي المياه بعيداً عن الشواطئ مما يجعله في مأمن من الاضطرابات السياسية والعرقية والاجتماعية التي يمكن ان تتعرض لها الدول النفطية في تلك القارة .

أهم القوى الدولية المتنافسة على النفط الأفريقي :

١- الولايات المتحدة الأمريكية :

تنظر الولايات المتحدة لنفط غرب القارة الأفريقية بأنه أسرع مصادر الطاقة نمواً بالنسبة للسوق الامريكية ، اذ بلغ حجم استيراد النفط من نيجيريا في عام ٢٠١٥ (١٥,٨) مليون طن ويمثل نسبة ٨% من اجمالي النفط النيجيري المصدر ، وعليه فقد اعتمدت الولايات المتحدة مجموعة من الاجراءات والظوابط من أجل ضمان وتأمين امدادات النفط الأفريقي ومنها :

أ-العمل على تسوية النزاعات وإنهاء الإضطرابات الداخلية لاسيما في مناطق انتاج النفط ، فقد عملت على تسوية وانهاء الصراع في أنجولا عام ٢٠٠٢ بين حركة يونيتا والحكومة ، دعم مفاوضات السلام بين السودان والجنوب حتى نال الاستقلال عام ٢٠١١ ،كما أدت الشركات النفطية الامريكية دوراً مهماً في احتواء الاضطرابات الطائفية شمال نيجيريا عام ٢٠٠٢ ، وضاعفت الادارة الامريكية المساعدات العسكرية والاقتصادية لنيجيريا حتى بلغت ٤٠ مليار دولار [١] .

ب – توسيع نطاق التجارة و الاستثمارات في النفط الأفريقي ، اذ تقدر استثمارات شركة شيفرون تكساكو في النفط الأفريقي بحدود ٢٠ مليار دولار لعام ٢٠٠٧ ، كذلك زيادة مساعدات التنمية الخارجية الى دول جنوب الصحراء الكبرى لأكثر من ٦,٤ مليار دولار ، كما تلقت شركة صناعة نفط الجابون دعماً مادياً من شركة أميرادا هيس الامريكية ، وبلغت حجم الانفاقات المادية الامريكية ١٨ مليار دولار لتحسين وتطوير انتاج النفط في أنجولا ، عقد معاهدة لتطوير

(١) خالد عبدالحميد ،المحدد النفطي في السياسة النفطية تجاه القارة الأفريقية ، ٢٠٠٨ ، ص ٤٨ .

التجارة بـــــ ٣٣ مليار دولار بين الولايات المتحدة والقارة الأفريقية ،فضلاً عن زيادة التسهيلات الجمركية الامريكية للمنتجات الأفريقية

ج- تكثيف الوجود العسكري الأمريكي لتأمين منابع النفط وضمان تدفقه إليها ، ويظهر ذلك من خلال مجموعة اجراءات هي :

١- تستند استراتيجية الطاقة الامريكية على ضرور وجود قواعد عسكرية وذلك من خلال إنشاء قيادة عســـكرية أمريكية للقارة (أفريكوم) هدفها حماية المصـــالح الامريكية الأمنية والاســـتراتيجية والاقتصادية في قارة أفريقيا والبحار المحيطة بها .

٢- وجود قوات أمريكية على الســـاحل الغربي للقارة الأفريقية لتأمين خط انبوب النفط (تشـــاد- الكامرون) الذي ينقل ٢٥٠ ألف برميل/يومياً .

٣- تخصيص ٦٥ مليون دولار لغرض التدريب العسكري في نيجيريا ومالي والنيجر وتشاد وموريتانيا.

٤-القيام بالمناورات العسكرية المشتركة لاسيما في خليج غينيا لأجل حماية العاملين في مجال النفط في هذا الخليج .

٢- الصين :

تبحث الصين عن مناطق جديدة لتأمين حاجتها من النفط بعد منطقة الشرق الأوسط لاسيما القارة الأفريقية ، اذ وصلت واردات الصين من النفط الأفريقي لعام ٢٠١٦ بحدود (٦٤,٥)مليون طن ويشكل نسبة ١٦% من اجمالي النفط المستورد في الصين البالغ (٤٠٥,٣) مليون طن ،وبذلك نجحت الصين في ايجاد موطن قدم لها في كل من أنجولا ونيجيريا والجابون وغينيا والسودان ، وتوجه نصف صادرات السودان نحو الصين وتمتلك شركة النفط الصينية ٤٠% من أسهم شركة نفط النيل الاعظم في السودان التي تنتج ٣٠٠ ألف برميل/يومياً ،فضلاً عن قيام شركة سينوبيك الصينية إنشاء خط أنبوب بطول ١٥٠٠ كم لنقل النفط بإتجاه ميناء بورسودان على البحر الأحمر ، وللصين شراكة في بعض الحقول الأفريقية لاسيما البحرية كما في حقل أكبوا البحري النيجيري .

واعتمدت الصين في سياستها الاقتصادية مع أفريقيا مبدأ تقديم المساعدات والعون عربوناً للتبادل التجاري، فضلاً عن تقديم قروض ميسرة لتأسيس البنية التحتية في الدول التي بلغت ٢٠ مليار دولار في عام ٢٠١٢، وأنشأت مئة محطة لتوليد الكهرباء والطاقة، كما قامت ببناء ثلاثين مستشفى، وابتعثت أكثر من ١٥٠٠ طبيباً للعمل فيها، وأسست خمسين مدرسة، وعبّدت ورصفت أكثر من ثلاثة آلاف كيلومتر من الطرق في أربعين دولة، وهو ما جعلها في أعين وعقول الحكومات والشـــعوب الأفريقية أكثر نفعاً من غيرها ،وبعد أن كان عدد المصـــانع والمؤســـســـات الصـــينية في أفريقيا عام ٢٠٠٥ نحو ســبعمئة شــركة ،أرتفع عددها عام ٢٠١٣ إلى ألفي شــركة ومؤســســة تعمل في جميع المجالات وبحسب تقرير البنك الدولي أصبحت الصين منذ عام ٢٠٠٩ الشريك الاقتصادي الأكبر

والأهم لقارة أفريقيا ، حيث ارتفع حجم التبادل التجاري بينهما من ١٢ مليون دولار عام ١٩٥٥ الى ١٦٦ مليار دولار في ٢٠٠٥ والى ٢١٠ مليار دولار عام ٢٠١٣ ومن المتوقع ان يتجاوز حجم التبادل التجاري ٣٠٠ مليار دولار في عام ٢٠١٥ .

ثالثاً : الصراع والتنافس الإقليمي والدولي على مصادر الطاقة في آسيا الوسطى:

تزخر منطقة آسيا الوسطى بموقع ستراتيجي مهم وفيها من الثروات الهائلة والموارد الاقتصادية وتشاطىء بحر قزوين الغني بالموارد من جهة ، وتشكل من جهة أخرى عقدة طرق برية ومد انابيب الغاز والنفط من الشرق الأوسط وقزوين باتجاه الصين او منها باتجاه البحر الاسود وتركيا والبحر المتوسط ، ومن الأخيرة باتجاه الخليج العربي عبر إيران وأفغانستان وباكستان باتجاه المحيط الهندي ، فضلاً عن ذلك غنى هذه المنطقة بالنفط والماء والمعادن الثمينة ، ما يجعلها هدفاً لمحاور صراع ممتد نحو هذه الموارد لاسيما بعد انهيار الاتحاد السوفيتي عام ١٩٨٩ ، اذ تتربع آسيا الوسطى المكونة من خمسة دول (أذربيجان وكازاخستان وتركمانستان وأوزبكستان وقرغيزستان) على ثاني أكبر احتياطي للنفط والغاز الطبيعي على مستوى القارة الأوروبية بعد روسيا الاتحادية ،اذ تمتلك هذه الدول (٣٨,٢) مليار برميل لعام ٢٠١٦ تشكل نسبة ٢٣,٦% من احتياطي القارة الاوروبية البالغ (١٦١,٥) مليار برميل ، وتأتي كازاخستان في المرتبة الاولى على مستوى دول آسيا الوسطى بهذه الاحتياطيات بـــ (٣٠) مليار برميل ، كما تمتلك هذه الدول احتياطيات كبيرة من الغاز الطبيعي تبلغ (٧٣٠,٢) ترليون قدم/مكعب وتمثل نسبة ٣٦,٤% من اجمالي احتياطيات القارة الاوروبية البالغة (٢٠٠٢) ترليون قدم/مكعب ، وتتصدر تركمانستان المرتبة الاولى في احتياطي الغاز الطبيعي على مستوى منطقة وسط آسيا وفي المرتبة الرابعة عالمياً بعد كل من ايران وروسيا الاتحادية وقطر بـ (٧١٧,٣) ترليون قدم/مكعب ، كما تتربع هذه المنطقة على أكبر انتاج عالمي لمعدن اليورانيوم بكميات بلغت في عام ٢٠١٦ (٢٦٩٧٩) طناً بنسبة ٤٣,٤% من انتاج العالم البالغ (٦٢٠٢٧) طناً ، وتعد كازاخستان الدول الاولى عالمياً في انتاج اليورانيوم البالغ (٢٤٥٧٥) طناً .

أهم القوى الدولية المتنافسة على مصادر الطاقة في آسيا الوسطى وبحر قزوين:

١- الولايات المتحدة الامريكية :

تتمثل الأهمية القصوى التي تشغلها منطقة آسيا الوسطى (أوزبكستان، تركمنستان، قيرغيزستان، طاجيكستان، كازاخستان) في التفكير الاستراتيجي الأمريكي بعدة اتجاهات :

١- بقاء الولايات المتحدة قريبة من مناطق انتاج النفط والغاز والمعادن الثمينة في بحر قزوين من أجل تنويع مصادر الإمداد بالطاقة في سبيل تقليص الاعتماد الأمريكي على بترول الخليج العربي، وذلك من خلال تشجيع منتجين ومصدرين جدد للأسواق الأمريكية ، فاعتماد بترول

الخليج وحده أمر محفوف بالمخاطر في ظل التوترات التي تعيشـــها المنطقة. اذ تبلغ تقديرات وزارة الطاقة الأمريكية الاحتياطيات المحتملة لنقط بحر قزوين تبلغ ٢٠٠ مليار برميل، وهو رقم يقترب كثيرًا مما عند السعودية صاحبة أعلى احتياطي نفط في العالم ٢٦٦,٥ مليار برميل لعام ٢٠١٦.

٢- تعدد طرق النقل وخطوط إمدادات الطاقة ، فلا يكفي تعدد المصادر بل يجب أيضًا تعدد المسارات لتقليل احتمالات تعرضها للمخاطر خاصة أن بحر قزوين بحيرة مغلقة لا يتصل ببحار مفتوحة، ومن ثمَ لا يمكن نقل النفط من حقوله إلى الأ سواق العالمية إلا عبر خطوط أنابيب من مواقع النفط إلى البحار المفتوحة ومنها إلى الأسواق العالمية .

وخطوط هذه الانابيب تظهر بعدة مشاريع :

المشروع الأو ل: هو الخط الشمالى الذي يمر من بحر قزوين عبر الأراضي الروسية شمالا حتى ميناء نوفروسييك الروسي على البحر الأسود، ومن هناك عبر مضيق البسفور إلى الأسواق العالمية.

المشـروع الثاني: الخط الغربي، ويمر من باكو في أذربيجان وحتى تبليســى في جورجيا ومن هناك إلى ميناء جيهان التركي.

المشروع الثالث :الخط الجنوبي، ويمر من تركمنستان عبر أفغانستان إلى ميناء كراتشى على بحر العرب في باكستان .

ومن هنا نشأ صراعاً آخر حول خطوط أنابيب بترول بحر قزوين، اذ كان رفض واشنطن القاطع لمرور خط أنابيب بحر قزوين بإيران رغم قلة تكاليفه، لأنه في النهاية سـيصـب في الخليج العربي ليمر بناقلاته عبر مضيق هرمز فتزداد مخاطر تأثير أي صراعات أو تغيرات في الخليج العربي على إمدادات المصدرين معًا، أيضًا لكي تحد من المكاسب والمزايا الاقتصادية التي يمكن أن تحصل عليها طهران من ثروات بحر قزوين إذا مر الخط عبر أراضيها.

وللسبب ذاته رفضت واشنطن مرور الخط الشمالي بروسيا فالبحر الأسود فمضيق البسفور ثم الأسواق العالمية. الخط الشمالي لاعتبارات تتعلق بتحجيم الدور الإستراتيجي لروسيا أيضًا وترسيخ انفصال جمهوريات آسيا الوسطى عن التأثير الروسي الذي ارتبطت به تاريخيًا مما يسهل دمجها في الفضاء الأمريكي، ومن ثمَ لا يبقى من منظور المصالح الأمريكية إلا طريقان هما الخط الغربي الذي يمر عبر الأراضي التركية والخط الجنوبي الذي يمر عبر أراضى أفغانستان .

٣- اضعاف موقف روسيا وترسيخ انفصالها عن جوارها القريب ومجالها الحيوي التاريخي في آسيا الوسطى .

٤- المضي قدماً في سياسة احتواء ايران ومحاولة عزلها وزيادة التوتر بينها وبين دول المنطقة.

٥- عدم تمكين الصين من تحقيق مكاسب استراتيجية واقتصادية في تلك المنطقة تتناسب مع التصاعد الكبير في قوتها الاقتصادية ، ومنع احتمال قيام قطب جديد يضم الصين وروسيا ودول وسط آسيا يمكن ان يهدد مكانة الولايات المتحدة .

وفرت أحداث الحادي عشر من سبتمبر/ايلول ٢٠٠١ للإدارة الأمريكية حافزاً إضافياً لتشديد قبضتها على المناطق النفطية ، وقد تم تصنيف أفغانستان بأنها في غاية الأهمية، ففي أراضيها تمر الخطوط المحتملة لصادرات النفط والغاز من آسيا الوسطى إلى بحر العرب ، كما كوَنت وزارة الدفاع الأمريكية علاقات مع القوات المسلحة في كل من أذربيجان وكازاخستان وقرغيزستان وأوزبكستان، وبدأت في تأمين السلاح والتدريب لتلك القوات، وتمتلك الولايات المتحدة قاعدة جوية (ماناس) في قيرغيزستان وتقع شمال العاصمة بشكيك، حيث تضم هذه القاعدة أكثر من ألف جندي أمريكي، أما القاعدة الثانية فهي قاعدة (خان آباد) الجوية في أوزبكستان لأجل تدعيم النفوذ والحضور الأمريكي في المنطقة بما يتيح إقامة العديد من مشاريع النفط والغاز التي تؤمن الاحتياجات الأمريكية من الطاقة ، وقد حظي خط أنابيب باكو ـ جيهان باهتمام بالغ من جانب الولايات المتحدة الذي عدَته طوق النجاة للهروب من الاعتماد الغربي المطلق على النفط الخليجي، وإنهاء السيطرة الروسية الطويلة على إمدادات النفط القادم من بحر قزوين، ومن ثمَ إضعاف نفوذها الاقتصادي والسياسي. ولهذا مارست العديد من الضغوط علي الدول والشركات المساهمة للإسراع في تنفيذ الأنبوب، وخط أنابيب باكو ـــ جيهان أطلق عليه (مشروع القرن) ، ويبدأ أنبوب النفط العملاق مسيرته بالقرب من العاصمة باكو على ساحل بحر قزوين، مارًا بمنتصف أذربيجان من الشرق إلي الغرب، ثمّ يقطّع جورجيا في منتصفها تقريبًا من الشرق إلي الغرب، قبل أن يتجه جنوبًا ليشق جبال الأناضول التركية بشكل مائل من ناحية الشمال الشرقي نحو الجنوب إلى مدينة جيهان على ساحل البحر المتوسط وقد بدأ العمل في هذا المشروع عام ٢٠٠٢ . وقد استمر بناء أنبوب باكو–جيهان أكثر من ثلاث سنوات وتم افتتاحه رسميا في مايو/أيار ٢٠٠٥ ويضخ يوميا أكثر من مليون برميل .

٢- روسيا الاتحادية :

تعد آسيا الوسطى المجال الحيوي لروسيا الاتحادية والمحور الأساسي لنفوذها ،ومنذ انهيار الاتحاد السوفيتي وروسيا تسعى للحفاظ على مركزها كقوة عظمى، وتستهدف السياسة الروسية الخارجية بشكل أساسي جمهوريات آسيا الوسطى، وتُعد روسيا حدود تلك الدول حدودًا أمنية لها، لاسيما من جهة جمهورية طاجكستان ،وفي ظل الوجود العسكري الأمريكي في أفغانستان بسبب الحرب على الإرهاب، أدركت روسيا الاتحادية أن وجود الولايات المتحدة في أفغانستان ستتحول إلى منصة عمل باتجاه جمهوريات آسيا الوسطى، وصولًا إلى حوض قزوين عبرها، من أجل السيطرة على الكميات الكبيرة من النفط والغاز في تلك المناطق، لذا بادرت روسيا الاتحادية باتخاذ خطوات من شأنها تقوية مواقعها في آسيا الوسطى، من خلال ربط جمهوريات تلك المنطقة باتفاقيات والتزامات

تصب في خدمة مصالح روسيا الاتحادية ومصالح هذه الجمهوريات في آن واحد ، وتظهرجهود روسيا لتحقيق مصالحها في آسيا الوسطى بما يأتي :

١-تعمل موسكو على إنشاء نظام أمني في المنطقة من خلال (منظمة معاهدة الأمن الجماعي) لحماية روسيا الاتحادية من التحديات القادمة من جميع الاتجاهات، ويشمل ذلك النظام (أرمينيا، وبيلاروسيا، وبلدان آسيا الوسطى كازاخستان، قرغيزستان، طاجيكستان، وأوزبكستان) .

٢-منع هذه الدول من دخول حلف الناتو أو من استضافة قواعد عسكرية أمريكية جديدة ، ويرجع السبب وراء الحرب على جورجيا كان رغبتها في الانضمام للناتو. كما تحاول روسيا الاتحادية وقف انتشار الديمقراطية في دول وسط آسيا ، فما تخشاه روسيا ليس الديمقراطية وإنما الجهود الأمريكية لنشرها ،ومن أهم القواعد العسكرية الروسية في المنطقة قاعدة دوشنبه في طاجيكستان، وقاعدة كانت في قرغيزستان، وقاعدة كيولياب.

٣-أسست كل من روسيا وكازاخستان وبيلاروسيا وطاجيكستان وأوزبكستان منظمة (الفضاء اليورو-آسيوي الموحد) عام ٢٠٠٠، بهدف توطيد العلاقات الاقتصادية بين الدول المشاركة وصولًا إلى تأسيس اتحاد جمركي .

٤-إقامة بنوك مشتركة بين روسيا الاتحادية ودول وسط آسيا ، فضلاً عن وجود استثمارات روسية عديدة مع هذه الدول، وتروج لفكرة اعتماد الروبل الروسي كعملة حفظ الاحتياطات المالية في المنطقة .

٥-شراء كامل للغاز المنتج في أواسط آسيا ومن ثم بيعه عن طريقها وعبر أنابيبها العابرة للقارات، لهذا دخلت روسيا في عقود شراء غاز طويلة المدى من كلّ حكومات تركمانستان التي تنتج حالياً نحو ٨٠ مليار متر مكعب سنوياً. كما دخلت أيضاً بعقود شراء طويلة الأجل مع أوزبكستان التي تمتلك احتياطي قدره ١,٨ مليار متر مكعب من الغاز، حيث قامت بشراء كامل إنتاجها من الغاز في عقد طويل الأجل ، وتعد روسيا الاتحادية المصدر الاول للغاز السائل والنفط الخام والمشتقات النفطية عبر شبكة ضخمة ومعقدة من خطوط الأنابيب تمتد من روسيا مرورا بأوكرانيا وبيلاروسيا بلغت في عام ٢٠١٦ (١٩٠,٨) مليار متر مكعب إلى مجمل شرق أوروبا الى النمسا وبلجيكا والتشيك وفلندا وفرنسا والمانيا واليونان وهنغاريا وايطاليا وهولندا وبولندا وسلوفاكيا وتركيا وبلاروسيا وكازخستان وغيرها بواقع ٥,٦ و٥,٤ و٤,٢ و٢,٣ و١٠,٥ و٤٦ و٢,٥ و٥,١ و٢٢,٧ و١٤,٧ و١٠,٢ و٣,٤ و ٢٣,٢ و ١٦,٦ و٣,٦ مليار متر مكعب على التوالي[1] كما

(1) BP Statistical Review Of World Energy June 2017 ,P34

صـــدرت روســـيا الاتحادية في عام ٢٠١٦ لدول أوروبا (١٧٧,٤) مليون طن من النفط الخام و(٨٩,٣) مليون طن مشتقات نفطية [١] .

٣-الصين :

تعد الصين من أوائل الدول التي اعترفت بدول آسيا الوسطى بعد استقلالها عن الاتحاد السوفيتي السابق، وأقامت معها علاقات دبلوماسية قوية وتبادلت معها الزيارات الرسمية، وبدت ملامح السياسة الصـــينية الجديدة تجاه هذه المنطقة عام ١٩٨٩، حينما تحركت بكين لإيجاد إطاراً رســـمياً يربطها بالمنطقة، فجاءت فكرة منظمة (شـــنغهاي) عام ٢٠٠١ للتعاون الاقتصـــادي مع روســـيا وكل من كازاخستان وقرغيزستان وطاجيكستان وأوزبكستان ، لكن ومنذ العام ٢٠٠١ بدأت الإستراتيجيّة الصّينيّة في المنطقة تأخذ أبعادًا مختلفة، فقد كان لتفجيرات ١١ أيلول/سبتمبر دور أساسي في بلورة المقاربة الصّينيّة الجّديدة ، والدّخول الأميركي إلى أفغانستان وآسيا الوسطى والسّيطرة على مصادر الطّاقة أدّيا إلى تحوّلات كبيرة في أسواق الطّاقة العالميّة كانت سمتها الأساسيّة الارتفاع المستمر في الأسعار العالميّة ، ومع الازدياد الكبير في احتياجاتها إلى الطّاقة بدت الصّين أكثر اهتمامًا من قبل بمصادر جديدة للطاقة ، لإدراكها أنّ الدّخول الأميركي إلى آسيا الوسطى وغزو العراق والضّغوط على إيران جعلها تتيقّن أنّ واشنطن تسعى إلى السّيطرة على مصادر الطّاقة الأساسيّة في العالم ، كان على الصين البحث عن بدائل رخيصة وأكثر أماناً تلبي احتياجاتها .

هذه المعطيات دفعت الصّين إلى الاهتمام أكثر فأكثر بمصادر الطّاقة في وسط آسيا وبحر قزوين، ويتضح هذا الاهتمام في جانبين ، الاول قرار شركة النّفط الوطنيّة الصّينيّة توسيع استثماراتها في أحواض بحر قزوين وآسيا الوسطى، والثّاني استعداد الصّين لبناء خط أنابيب من تركمانستان لتلبية احتياجاتها من الغاز ، إنّ مصـــادر الطّاقة في هذه المنطقة مهمّة للصـــين لســـببين ، الاول ان بحر قزوين قادر على تلبيّة جزء مهم من احتياجات الصّين المتزايدة للطّاقة، وثاني إن الصّين تسعى إلى تنويع مصـادر اسـتيراد النّفط والغاز، ومن ثمّ فإن بحر قزوين سـوف يعزّز هذا الهدف الّذي يُعد جزءًا من الاستراتيجيّة الصّينيّة ، حتى أصبحت الصين تستورد في عام ٢٠١٦ (٣٤,١) مليار مترمكعب من دول (تركمانستان وأوزبكستان وكازخستان) وبنسبة ٤٧% من اجمالي الغاز الطبيعي المستورد البالغة (٧٢) مليار مترمكعب [٢] ، وترتبط الصـــين مع تركمانســـتان بشـــبكة أنابب أهمها خط أنبوب الصين ـــ وسط آسيا يبلغ طوله ٨٨١٩كم ، له القدرة على نقل (٣٠) مليار متر كعب/سنوياً من غاز حقل غالييش .

(1) BP Statistical Review Of World Energy June 2017 ,P24
(2) BP Statistical Review Of World Energy June 2017 ,P34

منظمات الطاقة الدولية :

أولاً : منظمة الاقطار المصدرة للنفط : O.P.E.C

تأسست منظمة الدول المصدرة للبترول(أوبك) يوم ١٤ سبتمبر/أيلول ١٩٦٠ بمبادرة من الدول الخمس الأساسية المنتجة للنفط وهي (السعودية وإيران والعراق والكويت وفنزويلا) في اجتماع عقد بالعاصمة العراقية بغداد ، وتعد أهم منظمة أنشئت من طرف الدول النامية لرعاية مصالحها، وكان السبب الأساسي لهذه المبادرة هو التكتل في مواجهة شركات النفط الكبرى والسيطرة بشكل أكبر على أسعار البترول.

وتضم في عضويتها ١٢ دولة هي (الجزائر وأنغولا وإكوادور وإيران والعراق والكويت وليبيا ونيجيريا وقطر والسعودية والإمارات وفنزويلا) وقد انسحب من المنظمة كل من الغابون عام ١٩٧٥ وإندونيسيا عام ٢٠٠٩.

بدأت المنظمة في الظهور بقوة عندما اتفقت السعودية وإيران وتبعهما في ذلك باقي الدول على استعمال سلاح النفط في أعقاب حرب أكتوبر/تشرين الأول ١٩٧٣ بين العرب والكيان الصهيوني ، وتمثل سلاح النفط يومها في تخفيض إنتاج النفط وصادراته، وقطع إمدادات النفط عن الدول التي وقفت مع الكيان الصهيوني وفي مقدمتها الولايات المتحدة الأميركية ، وفي أوائل الثمانينيات كان دور الأوبك يقتصر على مجرد العمل على الحفاظ على أسعار النفط في السوق العالمية، ومنذ عام 1983بدأت تتبع سياسة جديدة تقوم على تحديد سقف إنتاجي معين لا يجوز للدول الأعضاء تجاوزه مع توزيع الحصص الإنتاجية على وفق هذا السقف على الدول الأعضاء وحسب الطاقة الإنتاجية المتاحة لكل منها.

وفي التسعينيات تذبذب سعر البرميل بين الارتفاع والانخفاض، وفي عام ٢٠٠٠ وضعت أوبك آلية لضبط الأسعار، وارتفع سعر النفط في السنوات التي تلتها حتى تجاوز حاجز مائة دولار عام ٢٠٠٧.

أهداف المنظمة :

تؤكد أهداف المنظمة أن دورها الرئيس يتمثل في تنسيق الجهود بين الدول الأعضاء لتوحيد السياسات النفطية وضمان استقرار الأسواق بغرض إنجاح المعادلة المثالية المتمثلة في الحفاظ على ثبات الأسعار ضمانا لمصلحة المستهلكين، لكن دون أن يؤثر ذلك سلبا على المنتجين والمستثمرين في صناعة النفط ، وضمان استمرار تدفق البترول للدول المستهلكة بمعدلات اقتصادية ، وضمان عائد عادل لرأس المال المستثمر لصناعة البترول .

الهيكلة :

تتكون المنظمة من ثلاثة أجهزة، هي:

١-المجلس الوزاري :وهو السلطة العليا للمنظمة، ويتكون من وفود تمثل الدول الأعضاء، وبموجب دستور المنظمة يعقد المجلس الوزاري اجتماعين عاديين كل سنة، وقد ينعقد المجلس في دورة غير عادية بناء على طلب أي دولة عضو في المنظمة بواسطة الأمين العام للمنظمة الذي يقوم بالتشاور مع رئيس المؤتمر.

٢-مجلس المحافظين :ويتكون من مندوبين يرشحون من حكوماتهم، ومن حق المجلس الوزاري للمنظمة أن يشكل أجهزة متخصصة كلما تطلبت الظروف ذلك.

٣-السكرتارية :تتكون من الأمين العام، ورؤساء الإدارات، وبقية الموظفين المعارين من الدول الأعضاء، وتضم سكرتارية المنظمة خمسة أقسام رئيسة، وتباشر أعمالها ونشاطها ضمن حدود المواد الخاصة بها في دستور المنظمة وعلى ضوء تعليمات مجلس المحافظين<.

ثانياً :منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول : O.A.P.E.C

بدأت فكرة إنشاء منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك) Organization of Arab Petroleum Exporting Countries (OAPEC) كمشروع مصرى حيث تقدمت مصر فى أغسطس ١٩٦٤ بإقتراح إلى لجنة خبراء البترول العرب لإنشاء منظمة عربية للبترول لتنسيق السياسات العربية البترولية.

ثم أعادت مصر طرح الموضوع فى مؤتمر البترول العربى الخامس الذى عقد في القاهرة عام ١٩٦٥ ونجحت فى الحصول على توصية من المؤتمر بتنفيذ التدابير اللازمة لاقامة المنظمة فى اطار الجامعة العربية . وقد صدق المجلس الاقتصادى لجامعة الدول العربية المصدرة للبترول (أوابك) كمنظمة متخصصة باتفاقية أبرمت في بيروت عام ١٩٦٨ وأشترك فى تأسيسها كل من (الكويت والسعودية وليبيا) ، وتم اختيار دولة الكويت لتكون مقراً لها ، وتجدر الاشارة الى أن إنشاء المنظمة كان انجازاً هاماً فى حد ذاته ، حيث كانت الدول العربية المصدرة للبترول فى أمس الحاجة الى آلية تعميق التعاون بينها فى جميع المجالات الاقتصادية وتختص دون غيرها بشؤون البترول لانه من أهم مصادر الدخل القومى.

اهداف المنظمة :

هدف المنظمة الرئيس تعاون الأعضاء فى مختلف أوجه النشاط الاقتصادى فى صناعة البترول ، وتوثيق العلاقات فيما بينها ، وتوحيد الجهود لتأمين وصول البترول الى اسواق استهلاكه بشروط

عادلة وتوفير الظروف الملائمة لرأس المال والخبرة للمستثمرين فى صناعة البترول فى لاقطار لاعضاء.

الدول الاعضاء

تضم المنظمة حالياً سبعة أعضاء الى جانب الأعضاء الثلاثة المؤسسين حيث انضمت كل من الجزائر والبحرين وقطر والامارات عام ١٩٧٠ ، العراق وسوريا عام ١٩٧٢ ومصر عام ١٩٧٣ ، وكانت عضوية مصر قد جمدت فى ١٩٧٩/٤/١٧ عقب توقيعها لاتفاقية كامب ديفيد واستمر التجميد لمدة عشر سنوات الى ان قرر مجلس وزراء المنظمة فى ١٩٨٩/٥/١٣ إنهاء قرار تعليق العضوية ، وقد انضمت تونس عام ١٩٨١ ثم انسحبت عام ١٩٨٦ لظروف خاصة بها ، وقد ترك الباب مفتوحا لعودتها دون الدخول فى اجراءات الانضمام كعضو جديد . ومن الجدير بالذكر أن هناك شروطاً لابد من توافرها لقبول انضمام الاعضاء وهى ان يكون البترول مصدرا هاماً للدخل القومى وأن يقبل العضو بأحكام اتفاقية انشاء المنظمة وما يطرأ عليها من تعديلات وأخيراً ان يوافق مجلس الوزراء على انضمامه بأغلبية ثلاثة أرباع الاصوات على أن يكون من بينها أصوات جميع الاعضاء المؤسسين.

المشروعات العربية المشتركة :

١-الشركة العربية البحرية لنقل البترول : AMPTC
وتهدف الشركة الى القيام بجميع عمليات النقل البحرى للمواد الهيدروكربونية.

٢-الشركة العربية لبناء وإصلاح السفن . أسري ASRY
وتهدف الي القيام بجميع عمليات البناء والاصلاح والصيانة لجميع السفن والناقلات ووسائل النقل البحرى المتعلقة بنقل المواد الهيدروكربونية وغيرها.

٣-الشركة العربية للاستثمارات البترولية . أبيكورب APICORP

وتهدف الشركة الى الاسهام فى تمويل المشروعات والصناعات البترولية وأوجه النشاط المختلفة ، مع اعطاء الأولوية للمشروعات العربية المشتركة.

٤- الشركة العربية للخدمات البترولية : APSCO

وتهدف الى القيام بالخدمات البترولية وذلك بإنشاء شركات متخصصة فى فرع واحد أو أكثر من فروع الخدمات البترولية ، ومن أجل ذلك قامت شركة الخدمات بإنشاء ثلاث شركات هى:

أ- الشركة العربية للحفر وصيانة الآبار . أدووك ADWOC

ب -الشركة العربية لجس الآبار . أولكو AWLCO

ج-الشركة العربية لخدمات الاستكشاف الجيوفيزيقي . أجيسكو AGESCO

٥-معهد النفط العربى للتدريب .

وهو معهد متخصص لاعداد المدربين والكوادر الادارية والفنية ، والقيادات فى مختلف مجالات الصناعة البترولية

ثالثاً :الوكالة الدولية للطاقة الذرية : I.A.E.A

تم إنشـــاء الوكـالـة الـدوليـة للطـاقـة الـذريـة (International Atomic Energy Agency)(I.A.E.A) في عام ١٩٥٧، وهي تعمل مع الدول الأعضـاء والشـركاء في جميع أنحاء العالم لتعزيز الاسـتعمالات الآمنة والمأمونة والسـلمية للطاقة الذرية.و يعمل ٤٤٢ مفاعلا للطاقة النووية على توليد الكهرباء و ٦٦ محطة نووية جديدة قيد الإنشـاء في أكثر من ٣٠ بلدا في جميع أنحاء العالم ، وتنتج ٤٣٩ مفاعلا للطاقة النووية بحدود ١٦% من الكهرباء في العالم. كان سـبب حادث مصنع تشيرنوبيل عام ١٩٨٦ في أوكرانيا نتيجة خلل في تصميم المفاعل من موظفين غير مدربين بشكل كاف.

وخلال السنوات الأربع الأولى بعد حادث تشيرنوبل، قررت السلطات السوفيتية التعامل مع عواقب الانفجار على المستوى الوطني. ومن دون دعم من الاتحاد السوفيتي، سعت الأمم المتحدة وشركاؤها إلى توفير سـبل الدعم في حالات الطوارئ من خلال تقييم السـلامة النووية والظروف البيئية للمنطقة الملوثة، وتشخيص الظروف الطبية المختلفة التي نتجت عن الحادث.

وإزداد التعاون الدولي في مجال السلامة النووية بشكل كبير بعد الحادث النووي لمفاعل تشيرنوبيل في ١٩٨٦ حيث وقعت أربع اتفاقيات للسـلامة الدولية، وانشـأت قواعد السـلوك ومبادئ السـلامة الأسـاسـية ووضـع وإعتماد مجموعة من معايير الوكالة للسـلامة التي اعترف بها عالميا. وتعكس معايير السـلامة التي وضـعتها الوكالة الإجماع الدولي لمستوى عال من الأمان لحماية الناس والبيئة من الآثار الضارة للإشعاع المؤين.

في مارس ٢٠١١ تعرضـت محطة الطاقة النووية في فوكوشـيما دايتشـي في شـرق اليابان إلى أضرار كبيرة نتيجة فشل المعدات بعد وقوع زلزال كبير بحجم ٩,٠ وموجة تسونامي لاحقة. وكان هذا اكبر حادث نووي مدني منذ وقوع حادث تشـرنوبيل في عام ١٩٨٦. وانتشـرت المواد المشـعة من المحطة المتضررة، وإجلاء عشرات الآلاف من الأشخاص. وتم تفعيل مركز الحوادث والطوارئ في وكالة الطاقة الذرية فورا لإسـتجابة واسـعة النطاق من خلال الجمع بين فريق من الخبراء في مجال الأمان النووي، والاسـتجابة لحالات الطوارئ والحماية من الإشـعاع ، قام المركز بجمع وتحليل البيانات، وقدم تحديثات منتظمة للدول الأعضاء في الوكالة والمنظمات الدولية ووسائل الإعلام والجمهور.

المصادر والمراجع

المصادر والمراجع

١-العربية :

١-ابو عيانة ،فتحي ،دراسات في الجغرافية الاقتصادية والسياسية ،٢٠٠١.

٢-احمد ،وحيد مصطفى ،توليد الطاقة الكهربية ،الطبعة الأولى ،دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ،القاهرة ،٢٠٠٧.

٣-احمد ، وحيد مصطفى ، مصادر وانظمة الطاقة الجديدة والمتجددة -انظمة طاقة الرياح والطاقة الشمسية ،الجزء الاول ، القاهرة ، ٢٠٠٩ .

٤-أسكوا ، بناء القدرات في نظم الطاقة المستدامة – نهج للتخفيف من الفقر وإدراج قضايا النوع الاجتماعي في الاهتمامات الرئيسية ، نيويورك ، ٢٠٠٣.

٥-حبيب ،عبدالعزيز محمد ، الطاقة الكهربائية والتنمية في العراق ،دراسة في الجغرافية الاقتصادية ،اطروحة دكتوراة ، بغداد ،١٩٨٠.

٦-السياب ،عبدالله شاكر ، محمد حسني عبدالحميد الزرقا ، جيلوجيا النفط ، جامعة بغداد ،١٩٧٩.

٧-شوفالييه ،جان ماري ، معارك الطاقة الكبرى ، ترجمة لميس عزب ،كتاب العربية ،الطبعة الأولى ، الرياض ،٢٠١١.

٨-عبدالحميد ،خالد ،المحدد النفطي في السياسة النفطية تجاه القارة الأفريقية ، ٢٠٠٨.

٩-عبدالرضا ،نبيل جعفر ، امجد صباح عبدالعالي ،اقتصاديات صناعة الغاز الطبيعي ،جامعة البصرة ، الطبعة الاولى ، ٢٠١٥ .

١٠-عبدالوهاب ،عبدالمنعم وآخرون ،جغرافية النفط والطاقة ، بغداد ، ١٩٨١.

١١-عياش ،سعود يوسف ، تكنلوجيا الطاقة البديلة ، عالم المعرفة ، الكويت ، ١٩٨١.

١٢-كاسيدي ،إدواردس ، بيتر ز.غروسمان ، مدخل الى الطاقة .

١٣-كامبيل ،كولين وفراوكده ليزنبوركس وآخرون ، ترجمة عدنان عباس على ، نهاية عصر البترول ، الكويت ، ٢٠٠٤

١٤-كونسيدين ،تيمثي ، آدم روز ،الدور المستقبلي للغاز الطبيعي في سوق الطاقة العالمية :نظرة كلية عامة ، مركز الامارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية ، الطبعة الأولى ، ٢٠٠٤.

١٥-الوصيبعي ،اسعد ،ذروة انتاج النفط بين الواقع والنظريات .

٢-الأجنبية :

1-Coal Fuel For The 12 st Century, Belgium,2014.

2- Russian Coal Industry.www.UGOLINFO.RU.2012.

3-coal.nic.in/content/coal-reserves.

4-Jeffray Michel, Lignite Rides the Rails in Europe.

5-Larry Thomas, Coal Geology,2002.

6-paula stern, united states international trade commission ,1985.

Adam Geologist's new maps detail updated oil-field activity across Oklahoma

7-Wilmoth ,

8-Atlas of Canada 6th Edition .

9-Sedimentary Basin And Hydrocarbon Potential of New Found land And Labrador ,2000 . China's Largest Oil Field Fading Production And Giant

10-Michael Lelyveld Losses.

Peter With Natural Gas Booming Race Is On To Export It To the World .

11-O"Dowd,

12-ENERGY STATISTICS 2015 (Twenty Second Issue).

13-Vadim Smirnov, Alumina Production in Russia Part I: Historical Background.

Alton Tabrauax ,Worled Premarv Aluminum Production In Review, Part 1 , 2015

14-.

15-History of the Russian Aluminium Industry.

16-Kevin H. Touchette, The Aluminum Industary In Canada .2017 .

17-U.S. Geological Survay ,mineral Commodity Summaries ,January 2016 .

18-BP Statistical Review of World Energy June 2017.

19- BP Statistical Review 2016 India's energy market in 2015, bp.com / statistic alreview

20-BP Statistical Review of World Energy , 2016 .

٣-شبكة الانترنت :

1-http://www.tidalenergyltd.com/?page_id=1370

2-http://www.mpoweruk.com/wind_power.htm

3-https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/wind-energy

4-https://www.universetoday.com/75803/how-does-the-sun-produce-energy

5-http://www.arabgt.com مستقبل أسعار الوقود في دول مجلس التعاون الخليجي

6-http://kenanaonline.com/users/amfk/posts/89050 ، احمد محمد فراج ،مصادر الطاقة وتلوث البيئة

- ابراهيم نوار البحث عن بديل: القيود البيئية والاعتبارات الاقتصادية لاستخدام الفحم .
7-http://www.acrseg.org/6872

هبة محسن، حقائق عن استخدام الفحم في توليد الطاقة
8-http://www.masrawy.com/news/News_Economy/details

9-Russian Coal Producers Invest in Operations http://www.coalage.com/features/2595-russian-coal-producers-invest-in

10/http://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/making-sense-of-china-s-drop-in-coal-use

11-https://en.wikipedia.org/wiki/Coal_in_Australia

12-/https://euracoal.eu/info/country-profiles/germany

13-/https://euracoal.eu/info/country-profiles/germany

14-://www.yourarticlelibrary.com/essay/production-and-distribution-of-coal-around-the-Puja Mondal ,Production and Distribution of Coal around the World /world/25590

15-Energy Information Administration, Country Analysis Brief ,United Kingdom, March 9, -2016,P17

16-https://en.wikipedia.org/wiki/Kent_Coalfield

17-https://www.globalmethane.org/documents/toolsres_coal_overview_ch35.pdf

18-http://www.eia.gov/todayinenergy/index.cfm?tg=production

19-http://www.bunkerportsnews.com/News.aspx?ElementId=13d740e6-d34e-4974-921f-0f3064cd9628

20- Nithin Coca , Indonesia’s coal addiction reaches new heights, 2016

21ttps://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/386852/Glob Global coal trade.al_colp.80_

22-https://www.carbonbrief.org/mapped-the-global-coal-trade

23-https://www.carbonbrief.org/mapped-the-global-coal-trade

24-http://www.sjvgeology.org/oil/oil.html

25-/http://geology.com/usgs/oil-shale

John R. Dyni -Geology and Resources of Some World Oil-Shale Deposits

26-Bassam Fattouh and Laura El-Katiri, “Energy and Arab Economic Development

https://ncusar.org/blog/2013/03/basic-facts-about-oil-and-gas-in-the-arab-world

27-http://www.usatoday.com/story/money/business/2013/08/03/the-most-oil-rich-states/2613497/

28-https://en.wikipedia.org/wiki/Prudhoe_Bay_Oil_Field

29-/http://oilindependents.org/the-mississippian-lime-not-new-but-reinvented

30-NGI Shale Daily Information on the Mississippian Lime http://www.naturalgasintel.com/misslimeinfo,

31-N-New Mexico Burneau of Geology & Mineral Resources , https://geoinfo.nmt.edu/faq/energy/petroleum/home.htm http://www.worldlistmania.com/list-of-32-oil-fields-in-saudi-arabia l

33-Katy Baklitskaya ,Salekhard Artic Capital of Russia becoming the bridge between Europe And Asia , http://siberiantimes.com/business/casestudy/features/salekhard-arctic-capital-of-russia-becoming-the-bridge-between-europe-and-asia/

34-Energy ,Russia Looks beyond West Siberia Of Future Oil And Natural Gas growth , Information Administration http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=18051

35-Oil And Natural Gas Production is growing in Caspian sea Region, http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=12911

36- http://www.telegraphindia.com/1160317/jsp/business/story_74892.jsp#.V__HzGeyH1U trio buy stake in Russia

37-Russian Far East Holds Huge Resource Potential , http://www.ogj.com/articles/print/volume-97/issue-29/special-report/russian-far-east-holds-huge-resource-potential.html

38-http://barentsobserver.com/en/energy/2013/02/novoportovskoye-will-boost-arctic-oil-Novoportovskoye will boost Arctic oil shipping shipping-13-02

39-Canadian Association Of Petroleum Producer,Canada's Petroleum Resources, http://www.capp.ca/canadian-oil-and-natural-gas/canadas-petroleum-resources

40-Athabasca Oil Sands, http://www.mining-technology.com/projects/athabascasands/, Canada

41-www.naturalresourcesmagazine.net/wp-content/uploads/.../v14N1-offshorereview.pdf

42-http://www.imperialoil.ca/en-ca/company/operations/oil-sands/cold-lake

43-http://www.theglobeandmail.com/report-on-business/industry-news/energy-and

44-Canada's new energy resources/canadas-new-energy-play-the-old-oil-fields/article1214116/ Nathan Vanderclippe, play: The old oil fields

45-http://www.shell.com/about-us/major-projects/athabasca-oil-sands-project/athabasca-oil-Athabasca Oil Sands Project – overview sands-project-overview.html,

46-https://www.desmogblog.com/2014/10/12/statoil-drill-canada-s-first-deepwater-offshore-Statoil to Drill Canada's First Deep water Offshore Oil oil-well-after-bailing-alberta-s-tar-sands Ben Jervey Well After Bailing on Alberta's Tar Sands,

47-Ashley A. Clarke Atlantic Canada’s Offshore Fields, www.oceaneering.com

48-http://www.hebronproject.com/project/index.aspx

49-http://oilprice.com/Energy/Crude-Oil/Chinas-Oil-Majors-See-Production-In-Biggest-Irina Slav , China’s Oil Majors See Production In Biggest Fields Shrink Fields-Shrink.html,

50-http://www.api.org/oil-and-natural-gas/wells-to-consumer/exploration-and-production/natural-gas/natural-gas-uses

51-http://naturalgas.org/naturalgas/transport

Overview of the West-East Gas Pipeline Project

52-http://www.offshore-technology.com/features/featureunderwater-arteries---the-worlds-longest-offshore-pipelines

53-http://www.industrytap.com/worlds-longest-under-water-gas-pipeline-1166km-giant-serpent/339

54-http://www.offshore-technology.com/features/featureunderwater-arteries---the-worlds-longest-offshore-pipelines

55-http://www.oilchina.com/eng/Service-Center/oilfileds/Sichuan.htm

56-https://www.worldenergy.org/data/resources/country/iran/oil

57-Largest Oil Fields in Iran , www.worldlistmania.com/largest-oil-fields-of-iran/http://

58-http://www.hydrocarbons-technology.com/features/featureonshore-behemoths---the-Onshore behemoths - the world's biggest onshore worlds-biggest-onshore-oil-fields-4184419/, oil fields

59-http://www.defenddemocracy.org/map/aghajari?overlay=TRUE

60-http://www.hydrocarbons-technology.com/features/featureonshore-behemoths---the-worlds-biggest-onshore-oil-fields-4184419

61-https://www.onepetro.org/conference-paper/WPC-8018

62-https://seekingalpha.com/article/3986205-chinas-strategic-petroleum-reserves-nearly-full

63-http://www.vesseltracking.net/article/biggest-oil-tankers

64-/http://energyfuse.org/europes-oil-import-dilemma

65-www.forbes.com/.../2015/.../china-now-worlds-largest-oil-importer-e.

66-http://www.middleeast-markets.com/2017-india-buys-first-ever-u-s-crude-oil

67-https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/japans-oil-and-lng-imports-dipped-2015-advantage-coal.html

68-http://www.marcon.com/print_index.cfm?SectionListsID=30&PageID=2269

69-http://www.cypraegean-neftegaz.com

-70-http://www.norskpetroleum.no/en/production-and-exports/exports-of-oil-and-gas

71-http://factsanddetails.com/russia/Education_Health_Transportation_Energy/sub9_6c/entry-5151.html Russia Oil- And Natural Gas-Producing Regions

72-http://oilprice.com/Energy/Energy-General/China-Russia-and-East-Siberian-Natural-Gas.html

73-http://www.321energy.com/editorials/mearns/mearns121307.html

74-http://www.pogc.ir/Default.aspx?tabid=136

75-http://www.energy-pedia.com/news/iran/nooc-agrees-to-develop-north-pars-gas-field

76-https://www.euro-petrole.com/iran-to-introduce-3-gas-fields-for-investment-in-london-conference-n-i-11870

77- http://www.presstv.com/Detail/2015/07/07/419207/iran-gas-field-kish-island-Bijan-Zanganeh-Eshaq-Jahangiri

78-http://www.nioc.ir/portal/Home/ShowPage.aspx?Object

79-http://www.oilgas.ir/Golshan_Gas_Field_Iran.htm

80-http://www.reuters.com/article/us-northfield-qatar-idUSTRE66P1VV20100726

81-http://text-to-speech.imtranslator.net/speech.asp

82- Turkmenistan reveals gas production figures for Galkynysh field

http://www.azernews.az/region/92128.html

83-Turkmenistan may expand Galkynysh gas field development

http://en.trend.az/business/economy/2461806.html

84-Turkmenistan: Turkmengeologia discovers new large gas reserves in Minara field

http://www.energy-pedia.com

85-The Biggest Oil and Gas Fields in the United States

http://info.courthousedirect.com/blog/oil-and-gas-fields

86-/http://www.rrc.state.tx.us/oil-gas/major-oil-gas-formations/barnett-shale-information

87-http://www.geology.ar.gov/energy/natural_gas.htm

88-http://www.businessinsider.com/these-are-the-10-largest-oil-and-gas-fields-in-the-us-2015

89-/http://www.hydrocarbons-technology.com/projects/shahsourgasfield

90-http://www.thenational.ae/business/industry-insights/energy/abu-dhabi-s-untapped-gas-field-attracts-attention-of-energy-majors

91-http://ndhelal.wixsite.com/intranet/hailghasha

92-http://www.energy-pedia.com

93-http://www.offshoreenergytoday.com

94- Zora Gas Field Development Project, Sharjah, United Arab Emirates

http://oilandgasadvancement.com

95-https://www.eia.gov/outlooks/ieo/nat_gas.php

96-http://www.world-nuclear.org/information-library/non-power-nuclear-applications/overview/the-many-uses-of-nuclear-technology.aspx

97-http://sciencing.com/two-environmental-problems-nuclear-power-generating-electricity-19948.html

98-http://www.world-nuclear.org/information-library/non-power-nuclear-applications/overview/the-many-uses-of-nuclear-technology.aspx

99-http://sciencing.com/two-environmental-problems-nuclear-power-generating-electricity-19948.html

100-www.mowr.gov.iq/dams/electric.ph السدود المراد تنفيذها بالعراق ومازالت قيد الدراسة

101-http://www.makeuseof.com/tag/solar-energy-sustainable-4-problems-stop-solar-revolution--tracks

102-http://windenergyfoundation.org/about-wind-energy/history

103-/http://windeis.anl.gov/guide/basics

104-http://windenergyfoundation.org/what-is-wind-energy

105-/https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/wind-energy

106-http://www.explainthatstuff.com/windturbines.html

107-http://www.cleanlineenergy.com/technology/wind-and-solar

108-http://www.aweo.org/problemwithwind.html

109-http://www.ucsusa.org/clean_energy/our-energy-choices/renewable-energy/how-geothermal-energy-works.html

110-http://www.conserve-energy-future.com/disadvantages_geothermalenergy.php

111-/https://arena.gov.au/about/what-is-renewable-energy/solar-energy

112-http://www.solarpoweristhefuture.com/problems-with-solar-energy.shtml

113-/http://biofuel.org.uk

114-http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article theproblem with biofuel ,

115-https://modernize.com/home-ideas/17633/what-is-tidal-energy

116-https://www.hydropower.org/blog/technology-case-study-sihwa-lake-tidal-power-station

117-http://renewableenergydev.com/tidal-energy

118-http://www.power-technology.com/features/featuretidal-giants---the-worlds-five-biggest-tidal-power-plants

119-http://tidalenergytoday.com/2016/08/19/who-leads-the-world-in-installed-tidal-power-capacity

120-https://www.thinkglobalgreen.org/WAVEPOWER.html

121-https://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=hydropower_wave

122-https://www.thinkglobalgreen.org/WAVEPOWER.htm

123-http://www.conserve-energy-future.com/advantages_disadvantages_waveenergy.php

124-http://www.renewableenergyworld.com/articles/2014/01/an-independent-engineering-evaluation-of-waste-to-energy-technologies.html

125-http://www.arc21.org.uk/opencontent/?itemid=27&section=Residual+Waste+Project

126-http://www.keppelseghers.com/en/content.aspx?sid=3033

127-https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=25732

128-http://instituteforenergyresearch.org/analysis/china-worlds-largest-energy-consumer-and-greenhouse-gas-emitter

129-https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=427&t=3

130-https://www.washingtonpost.com/graphics/national/power-plants/?utm_term

131-http://study.com/academy/lesson/energy-consumption-of-the-world-the-differences-in-consumption-between-developing-and-developed

132-Pun-Lee Lam , Energy in China:Development And Prospects,

https://chinaperspectives.revues.org/2783

133-https://www.eia.gov/energyexplained/?page=us_energy_home

134-/http://mawdoo3.com ابراهيم الطوال ، انواع المعادن-

135-http://geology.com/minerals/what-is-a-mineral.shtml

135-What are Minerals

-http://geology.com/minerals/what-is-a-mineral.shtml

136-Distribution of Mineral Resource in the World

-http://www.drishtiias.com

136-http://www.worldatlas.com/articles/top-iron-ore-producing-countries-in-the-world.html

137-http://www.rsc.org/periodic-table/element/29/copper

138-http://geology.com/minerals/copper.shtml

139-http://www.thisischile.cl/chiles-top-15-mines-hold-copper-reserves-for-another-century

140-http://www.mining.com/chile-the-largest-copper-producer-and-the-country-with-the-biggest-reserves-usgs

141-http://minerals.statedevelopment.sa.gov.au/geoscience/mineral_commodities/copper

142-http://www.mining-technology.com/features/feature-the-10-biggest-copper-mines-in-the-world

143-http://geo-mexico.com/?p=2315

144-https://www.copper.org/education/history/us-history/g_fact_us.html

145-https://www.thebalance.com/the-world-s-20-largest-copper-mines-2016-

146-http://investingnews.com/daily/resource-investing/base-metals-investing/copper-investing/3-largest-copper-mines-in-the-world

147-http://www.reedexpo.com/Press-Releases/2016/Final-Report-ALUMINIUM-2016

148-http://www.rsc.org/periodic-table/element/13/aluminium

149- Business Ideas for Beginners in India.com

150-Aluminium Industry in India , http://www.mapsofindia.com/aluminium/

151-http://www.pacificaluminium.com.au/62/New-Zealand-Aluminium-Smelters-Limited

152-http://www.alcircle.com/bauxite/newscircle/market/detail/26705/usa-bauxite-import-drops-61-yoy-during-third-quarter-2016

153-http://www.mining-technology.com/features/feature-the-10-biggest-uranium-mines-in-/the-world

154http://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/mining-of-uranium.