

اقتصاديات الطاقة



د أحمد بن ناصر الراجحي أ د محمد حامد عبدالله

الطبعة الثانية

الفصل الخامس: الطاقة الكهربائية

✓ طاقة تحويلية: 85% أحفورية ملوثة و 15% تقليدية متجددة أغلبها كهرومائية

✓ 5.1 الكهرباء و علاقتها بالتنمية و النمو الاقتصادي

- ✓ - معدل نمو الطلب على الكهرباء < الطلب على الطاقة بشكل عام.
- ✓ - ضغط على المشاريع التنموية واولويات الانفاق الحكومي خاصة في الدول النامية
- ✓ - متطلبات بناء محطات كهرباء وشبكات نقل وتوزيع (استثمارات ضخمة – مشكلات مالية)
- ✓ - حجم الكهرباء المستخدم في العالم العربي متقدم على عدد كبير من دول العالم.
- ✓ - نسبة مساهمة صناعة الكهرباء في الناتج المحلي للسعودية ليس مقياسا دقيقا (مدعومة حكومياً).

5.2 الهيكل التقليدي لصناعة الكهرباء

- المراحل الثلاث التالية مترابطة رأسياً

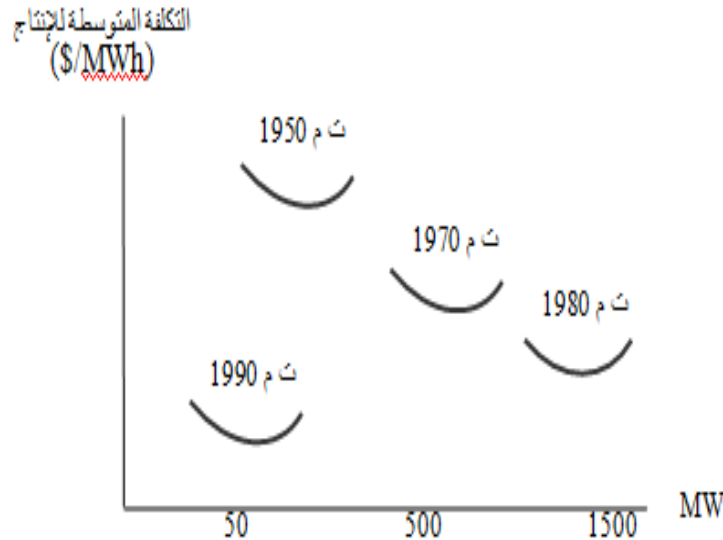
- 1- توليد (تقنية التوربينات البخارية، الغازية، المياه المتساقطة، محطة الدورة الغازية المركبة).
- 2- نقل.
- 3- توزيع.

5.3 الهيكل الحديث لصناعة الكهرباء

- المراحل الأربع التالية مفصولة رأسياً

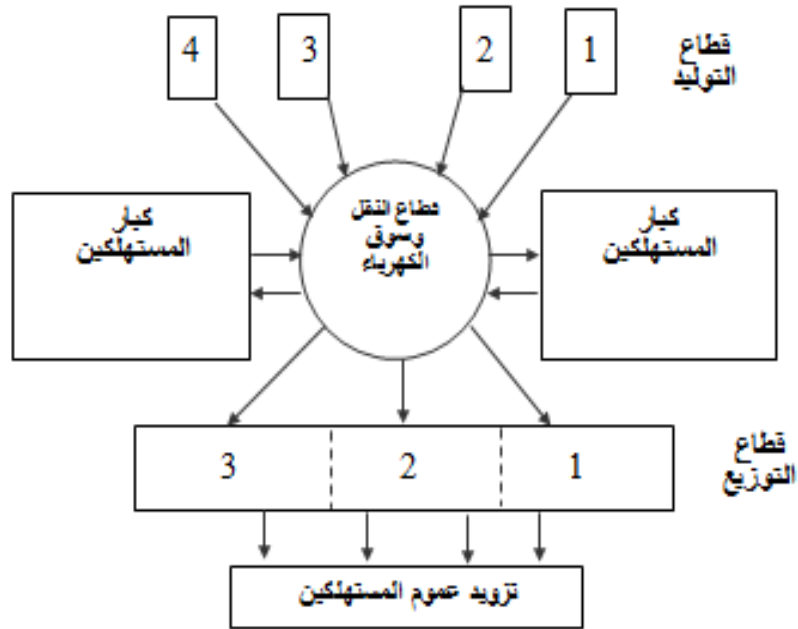
- 1- توليد (التوجه نحو الخصخصة – سوق منافسة).
- 2- نقل (احتكار طبيعي).
- 3- توزيع (شركات اقليمية).
- 4- تزويد (للمستهلك حق الاختيار).

- تناقص الحجم الأمثل لمحطات الكهرباء الغى الاحتكار الطبيعي في التوليد



Bayless, C. (1994) "Less is More", Public Utilities Fortnightly, Vol. 132, No. 22 PP 21-25

- هيكل (مبسط) لصناعة الكهرباء الحديثة



المصدر: الراجحي، أحمد (2004)، "قطاع الكهرباء في المملكة العربية السعودية: الواقع والتحديات" المجلة الاقتصادية السعودية عدد 18.

5.4 العوامل المؤثرة في عرض الكهرباء

5.4.1 تكلفة التوليد Generation Costs

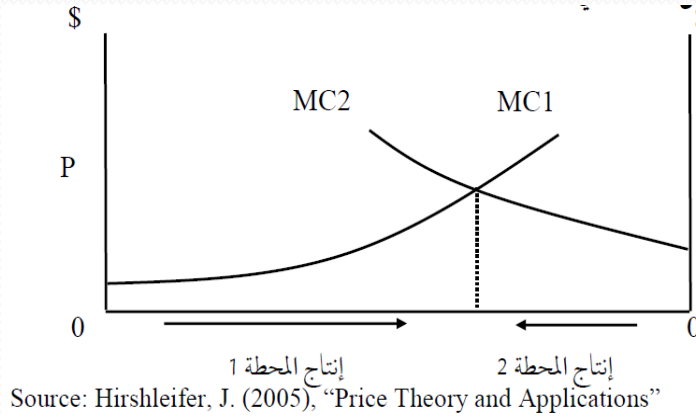
5.4.2 التحميل (التشغيل) الاقتصادي Economic Loading

- تشغيل المنظومة الكهربائية بأقل تكلفة ممكنة
- يتم توزيع الانتاج حسب التكلفة الحدية للمحطات
- اشتقاق منحنى عرض للمنظومة متصاعد حسب التكلفة الحدية للتوليد

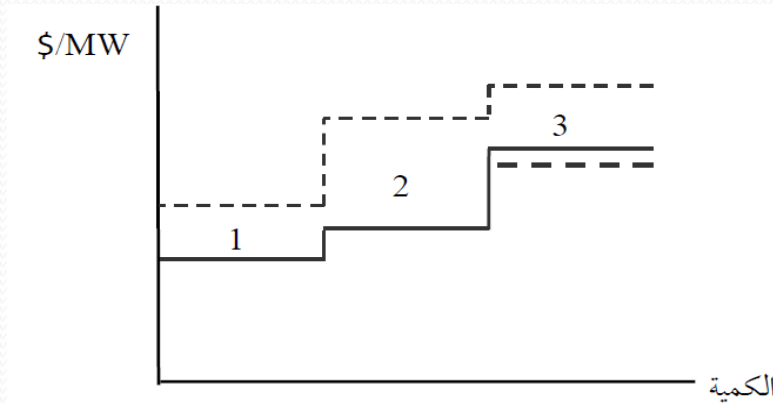
5.4.3 تكلفة نقل الكهرباء Transmission Costs

- تكلفة وحدة الكهرباء = التكلفة الحدية للتوليد + التكلفة الحدية للنقل
- يتم اعادة ترتيب المحطات حسب كلا التكاليفتين و ليس تكلفة التوليد فقط
- من الممكن (هندسياً) أن تكون تكلفة نقل الكهرباء بالسالب

التحميل (التشغيل) الاقتصادي لمحطات توليد الكهرباء



تأثير إضافة تكلفة نقل الكهرباء على منحنى العرض
 تكلفة وصول وحدة الكهرباء = التكلفة الحدية للتوليد + التكلفة الحدية النقل.



5.5 العوامل المؤثرة في الطلب على الكهرباء

5.5.1 عوامل اقتصادية مباشرة

- ✓ السعر: أسعار الكهرباء في كثير من دول العالم خاصة الدول النامية ثابتة ومحددة لسنوات عديدة، ولأنها سلعة ضرورية غالباً ما تكون أسعار غير اقتصاديه بسبب دعم الحكومة لها.
- ✓ دخل الفرد: يتناسب متوسط دخل الفرد مع متوسط نصيب الفرد من استهلاك الكهرباء.

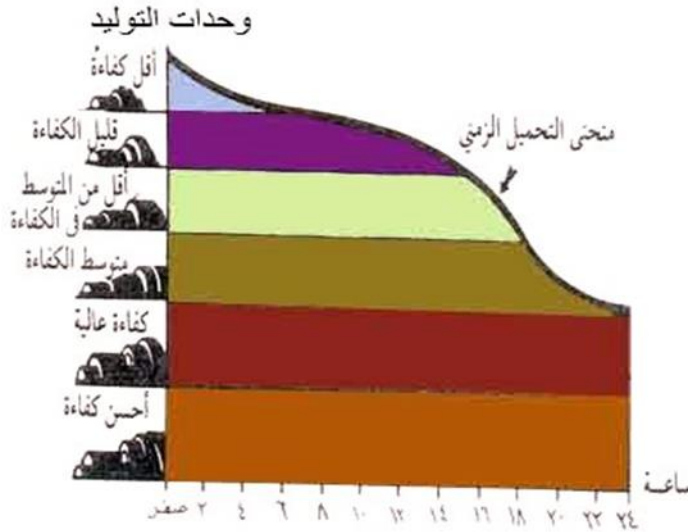
5.5.2 عوامل اقتصادية غير مباشرة

- ✓ النمو السكاني : إذا كان هذا النمو يصاحبه مستوى دخل مرتفع وتنمية اقتصادية مرتفعة فإن الطلب النهائي على الكهرباء سينمو بمعدل أعلى.
- ✓ هيكل الاقتصاد: الاقتصاد الصناعي(كثيف الطاقة) أكثر استهلاكاً من الاقتصاد الذي يعتمد على الزراعة، أما الاقتصاد الخدمي استهلاكه أقل من الصناعي رغم أن الكهرباء هي المصدر الوحيد للطاقة.

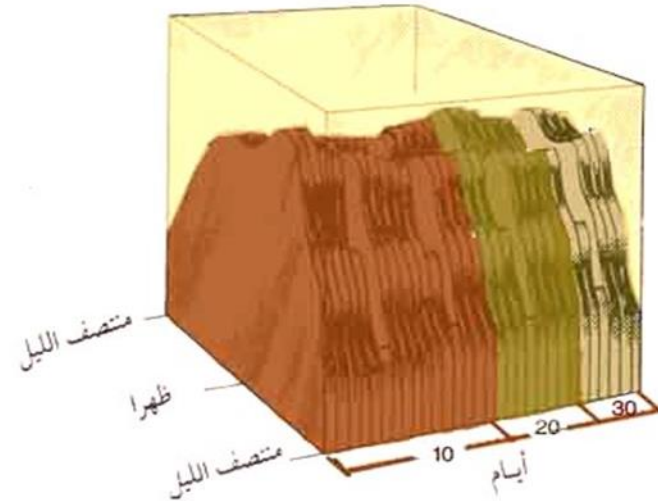
إدارة الطلب على الكهرباء

المحطة الحدية (الآخيرة) تحدد التكلفة الحدية للمنظومة الكهربائية ← السعر التوازني
معامل الحمل = متوسط الاستهلاك في الفترة / أقصى استهلاك في الفترة.
معامل السعة = عدد وحدات الكهرباء المنتجة في الفترة / عدد الوحدات الممكن إنتاجها في
الفترة.

التحميل الاقتصادي لوحدات التوليد



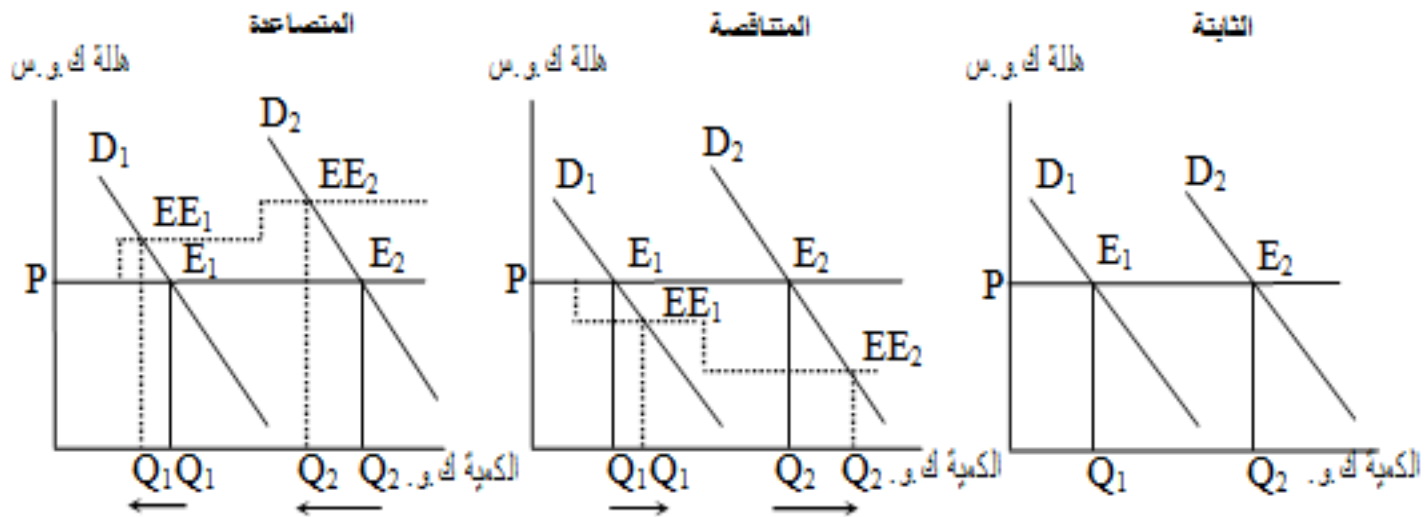
منحنى الحمل الشهري لمشارك



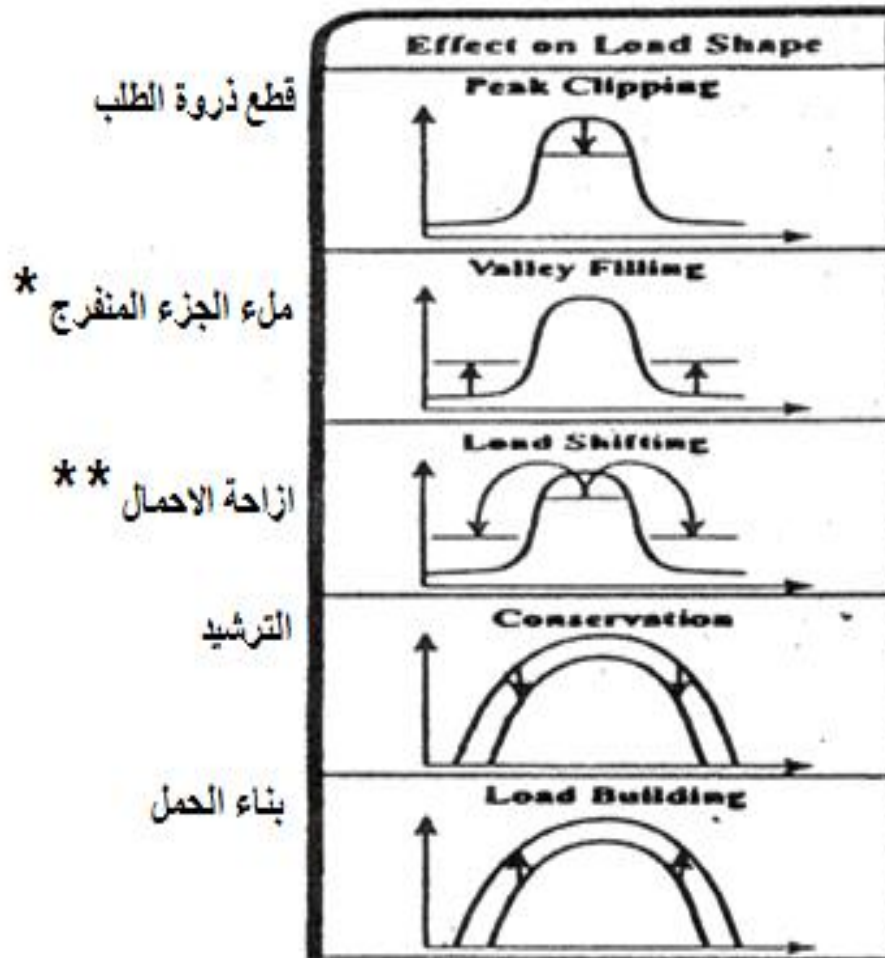
طرق إدارة الطلب:

5.6.2 التعرف الكهربائي

أكثر أنواع التعرف استخداما هي المرتبطة بالكمية وليس بوقت الاستهلاك وهي ثلاثة أنواع:
التعرفة الثابتة والتعرفة المتناقصة والتعرفة المتزايدة.



5.6.3 تغيير أنماط الطلب (الاستهلاك اليومي) و يأخذ خمسة أشكال وهي:



5.7 مصادر إضافية لتوليد الكهرباء

5.7.1 طاقة الرياح

- مصدر طبيعي يستخدم منذ أكثر من 3000 سنة.
- يتطلب لإنتاجه عناصر بسيطة وبيئية تكون عادة متوفرة في كثير من الدول.
- ألمانيا والدنمارك تعتمد حالياً على أكثر من 20% من حاجتها للكهرباء على طواحين الرياح.
- إعلان السعودية عن خطة طموحة لإنتاج 9 جيجاوات من طاقة الرياح بحلول عام 2030م.

أكبر 10 دول في العالم في إنتاج طاقة الرياح عام 2011

الدولة	حصتها من الإنتاج العالمي من الرياح %	حجم الطاقة المنتجة من الرياح (ميجاوات)	الإضافة الجديدة في عام 2011 (ميجاوات)
الصين	26.3	62.733	18,000
الولايات المتحدة	19.70	46.919	6,810
ألمانيا	12.20	29.060	2,086
إسبانيا	9.10	21.674	1,050
الهند	6.70	16.084	3,019
فرنسا	2.90	6.800	830
إيطاليا	2.80	6.747	950
بريطانيا	2.70	6.540	1,293
كندا	2.20	2.265	1,267
البرتغال	1.70	2.083	377

مصدر (بتصرف): موقع بوابة الطاقة المتجددة.

5.7.2 الطاقة الشمسية

- مصدر لكل انواع الطاقة الطبيعية.
- يتم الاستفادة منها بطريقتين أما تحويل الطاقة الحرارية بواسطة مراكز الطاقة الشمسية الحرارية او بطريقة تحويل الاشعاع الشمسي الى طاقة كهربائية مباشرة بواسطة الالواح او الخلايا المباشرة.
- من مميزاتنا : انها متجددة ونظيفة وبساطة تقنياتها مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى تكاليف صيانتها منخفضة.
- من عيوبها: غير مناسبة للأحمال الكبيرة، التكلفة العالية للمواد الأولية.
- أنشأت المملكة منذ الثمانينات الميلادية قرية الجبيلة والعيينة التي تعملان جزئياً على الطاقة الشمسية.

أكبر 10 دول في العالم في إنتاج الطاقة الشمسية عام 2011

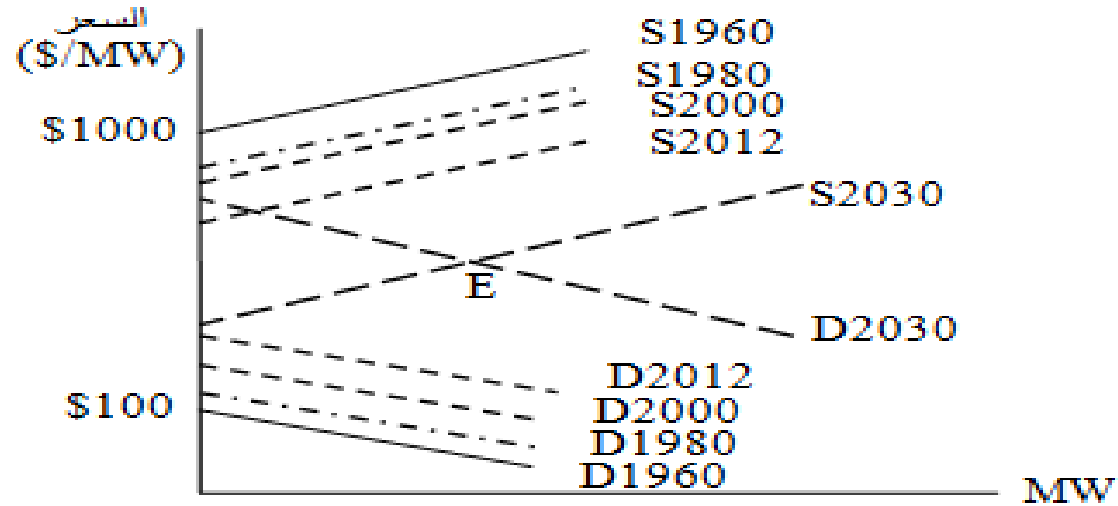
الدولة	حصتها من الإنتاج العالمي من الطاقة الشمسية %	حجم الطاقة المنتجة من الطاقة الشمسية (ميغاوات)
ألمانيا	40	24.700
إيطاليا	20	12.500
اليابان	8	4.700
الولايات المتحدة	7	4.200
اسبانيا	7	4.200
الصين	4	2.900
فرنسا	4	2.900
جمهورية التشيك	3	2.000
بلجيكا	2.5	1.500
أستراليا	2	1.200

مصدر (بصرف): موقع بوابة الطاقة المتجددة.

تابع الطاقة الشمسية.....

- بالرغم من وجود استخدامات للطاقة الشمسية الا انه لم يتشكل لها سوق فعلي لحد الان
- مستقبلها يعتمد على مستويات اسعار النفط و التطورات التقنية و ايضا التغيرات في جانب الطلب الذي بفضل الطاقة الشمسية لاسباب عدة اهمها الدوافع البيئية و التوجه نحو اسواق حره للكهرباء في العالم

سوق الطاقة الشمسية في عام 2030



5.7.3 الطاقة النووية

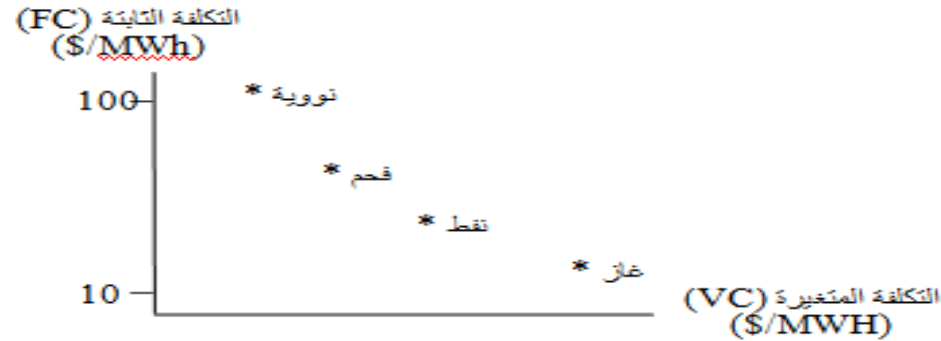
- على الرغم من ارتفاع التكلفة الرأسمالية لها إلا أن انخفاض تكلفتها التشغيلية وقدرتها على العمل لفترة زمنية طويلة بشكل مستمر يجعلها رخيصة نسبياً .
- من مميزاتهما: كمية الوقود المستخدم لإنتاج حجم معين من الكهرباء أقل بكثير من كمية الفحم أو النفط لتوليد نفس الحجم، محطاتها نظيفة لا تصدر منها غازات، لا تحتاج المفاعلات مساحات جغرافية كبيرة، ممكن الاستفادة منها في تحلية المياه.
- من عيوبها: طول فترة انشاء المحطات التي قد تصل إلى 10 سنوات، مشاكل التخلص من النفايات ذات الاشعاعات، التخوف من انتشار مادة البلوتونيوم.

أكبر 10 دول مرتبة حسب حجم الاستهلاك من الطاقة النووية

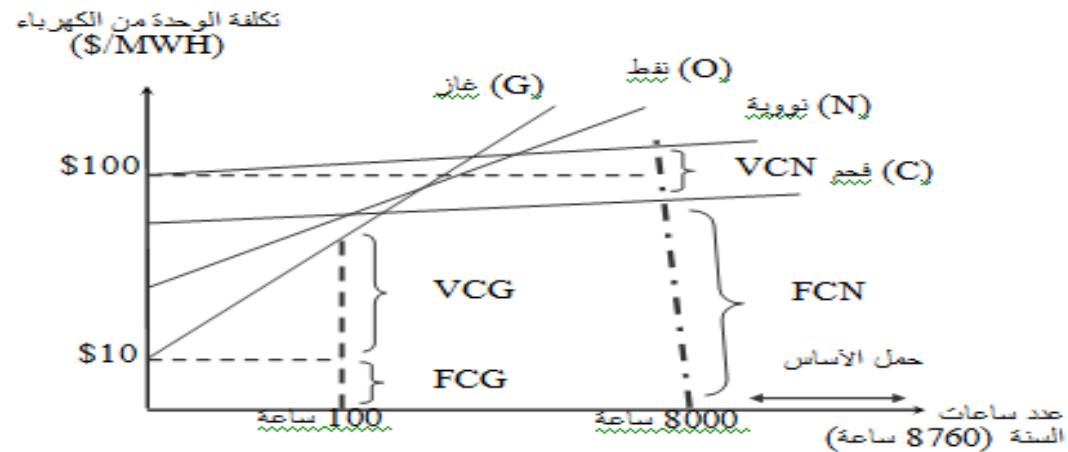
م	الدولة	حجم الاستهلاك (مليون طن نفط مكافئ)	%
1	الولايات المتحدة	192.1	31
2	فرنسا	99.7	16
3	اليابان	63.1	10
4	روسيا	36.2	5.9
5	كوريا الجنوبية	32.3	5.3
6	ألمانيا	31.8	5.1
7	كندا	21.1	3.5
8	أوكرانيا	20.9	3.4
9	السويد	15.3	2.5
10	الصين	14.2	2.3
	مجموع فرعي	527	85
	جميع العالم	622	100

5.7.3.3 اقتصاديات الطاقة النووية

تكاليف محطات الكهرباء حسب مصدر الوقود المستخدم



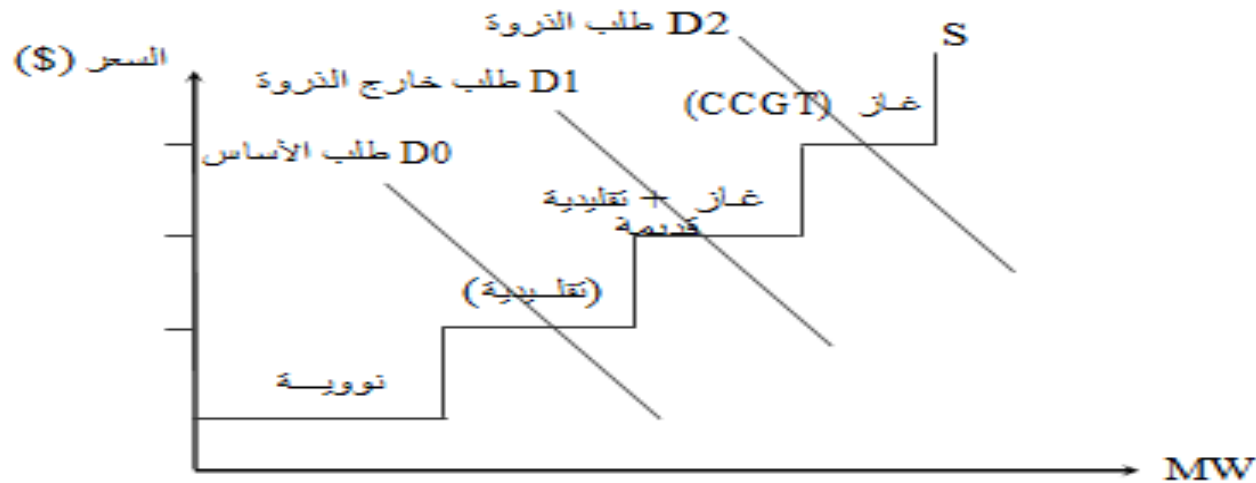
التكاليف الثابتة والمتغيرة لمحطات الكهرباء المختلفة



5.7.3.3.2 الطاقة النووية و أسواق الكهرباء

- انخفاض التكلفة الحدية للمحطات النووية يضمن لها التشغيل المستمر (ما عدا اوقات الصيانه المحدود اصلاً)
- يتحدد سعر الكهرباء في السوق حسب تكلفة المحطات الحدية وهذا يعني أن المحطات النووية تحقق فائض منتج عالي جداً مقارنة بغيرها من المحطات الاخرى و في جميع اوقات الطلب

سوق الكهرباء ميزة للطاقة النووية



الطاقة النووية في السعودية والعالم العربي

- إنشاء مدينة الملك عبدالله للطاقة الذرية والمتجددة في عام 1431هـ يعتبر منعطف مهم نحو تنويع مصادر الكهرباء في المملكة العربية السعودية خاصة و انها دولة نفطية و قطاع الكهرباء فيها يعتمد حالياً على الغاز الطبيعي.

- التوجه إلى الطاقة النووية يتناسق مع استراتيجيات تنمية وتطوير قطاع الطاقة بمختلف مجالاته و محاولة تقليل الاعتماد على مصادر النفط و الغاز الطبيعي (الناضبة) في توليد الكهرباء والاستفادة من قيمتهما المضافة في قطاعات أخرى.

- هناك مبادرات جادة في دول الخليج العربي و دول عربية أخرى مثل مصر و الجزائر لبناء محطات طاقة نووية في السنوات القليلة القادمة

ملحق (3): تعرفه الكهرباء في المملكة العربية السعودية

- أسعار التعرفة الكهربائية الحالية أقل بكثير منها قبل أربعة عقود.
- من المفترض أن تكون أسعار الكهرباء في المملكة من أقل الأسعار في العالم.
انخفاض التكاليف – توفر طاقة أولية رخيصة مثل النفط والغاز الطبيعي.
- تقلبات الأسعار في المملكة لاتأخذ في الإعتبار أوقات الاستهلاك لكنها تأخذ في الاعتبار التفاوت في أنواع وكميات الإستهلاك.
- أسعار الاستهلاك تكون أقل للمستهلك الصناعي بمقارنة بالمستهلك المنزلي.
طلب الصناعي أكبر حجماً وأعلى جهداً ومحدود التذبذب، مما يترتب عليه أن تكون تكلفة بيع الوحدة الواحدة من الكهرباء أقل.
- حماية ذوي الدخل المنخفض والمتوسط وتوعيتهم من تأثير الزيادة في تعرفه الكهرباء أمر مطلوب.
- دور هيئة التنظيم.