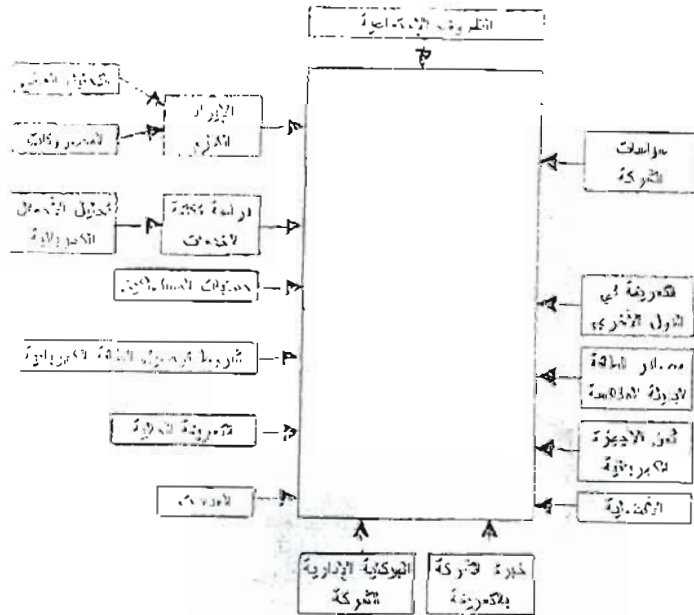


التعريف الكهربية ودورها في ادارة الاحمال *

- د . محمد علي خلاط * سالم صالح بن نصير *
م . معمر محمد المدهون * ميلاد عبدالله الزائدي *

إن دراسة التعريف وهيكلتها من أهم الدراسات التي تقوم بها الشركات المنتجة للطاقة الكهربية وهي تعكس الوضع المالي والإقتصادي لهذه الشركات وإذا ما أحسن تصميمها فأنها تعود بالفائدة على الإقتصاد الوطني حيث أن صناعة الكهربية هي صناعة وطنية تساعد في دعم وتطوير الإقتصاد الوطني . والتعريف تعتبر إحدى الطرق المتبعة لإدارة الأحمال وتحقق أغراضه والتي يمكن أن نذكر أهمها فيما يلي :-



العوامل المؤثرة على تصميم هيكلية التعريف [1]

- 1 - التقليل من الحمل الأقصى أو إزاحته .
- 2 - زيادة معامل الحمل وتحسين شكل المنحنى .
- 3 - زيادة الكفاءة التشغيلية للمنظومة .
- 4 - التقليل من الاستثمارات اللازمة لبناء وحدات توليد جديدة .

هيكلية التعريف :-

يدخل في تصميم هيكلية التعريف عدة عوامل مهمة موضحة في الشكل رقم (1) .

إن الشركات المنتجة للكهرباء تعتمد بقدر كبير في تشغيلها على الإيرادات التي تحصل عليها من المستهلكين الذين تقوم بتغذيتهم بالطاقة الكهربية وعليه فإن التعريف يجب أن تصمم بحيث تغطي المصاريف الأتية :-

- 1 - تغطية المصاريف الثابتة وهي تمثل الإستثمارات اللازمة لتشييد وبناء محطات التوليد وشبكة النقل والتوزيع وهذه المطلوبة .
- المصاريف لها علاقة مباشرة بقيمة القدرة المطلوبة .

إدارة الأحمال مع العلم أن الهيكلية المعمول بها حالياً بالشركة العامة للكهرباء لا تتضمن تعريفه الحمل الأقصى .

ولقد تم إعتناء تعريفه الحمل الأقصى كنوع من ضمان عائد اقتصادي مناسب للحصول على الإستثمارات التي بذلت في مجال صناعة الكهرباء وذلك لأن زيادة الأحمال تتطلب القيام بتخطيط وبناء محطات التوليد وشبكات نقل وتوزيع الطاقة لمجابهة مثل هذه الأحمال وتطبق هذه التعريفه عادة على متوسطي وكبار المستهلكين على أن يتم حسابهم على الحمل الأقصى والطاقة الكهربائية المستهلكة .

وفلسفة محاسبة متوسطي وكبار المستهلكين على أساس تعريفه الطاقة وتعريفه الحمل الأقصى دون غيرها تكمن في أن هذه الأحمال عالية كما أن الزيادة في أحمالهم تؤثر تأثيراً كبيراً على الحمل الكلي للمنظومة الكهربائية الذي يتطلب بدوره مواجهة سريعة وفعالة لضمان استمرارية وأعتيادية التيار الكهربائي لكافة

جدول (1) يبين أنواع المستهلكين والتعريفه المستخدمة

نوع المستهلكين	رسوم خدمات	تعريفه الطاقة	تعريفه الحمل الأقصى
سكني	✓	✓	✗
صغار المستهلكين	✓	✓	✓
متوسط المستهلكين	✗	✓	✓
كبار المستهلكين	✗	✓	✓
إنارة الشوارع	✗	✓	✗

حسب الطلب وقد تم إقتراح التصنيف التالي للشركة العامة للكهرباء وذلك بناء على الدراسة المشتركة التي قامت بها الشركة العامة للكهرباء وشركة هيدروكيبك الكندية (1) .

- 1 - سكني Residential
- 2 - صغار المستهلكين Small consumers (أقل من 100 كيلووات)
- 3 - متوسط المستهلكين Medium consumers (أكثر من 100 وأقل من 1000 كيلووات)
- 4 - كبار المستهلكين Large consumers (أكثر من 1000 كيلووات)
- 5 - إنارة الشوارع Street Lighting

جدول (1) يبين أنواع المستهلكين والتعريفه المستخدمة

لماذا تعريفه الحمل الأقصى :-

تحدث في هذه الورقة عن تعريفه الحمل الأقصى وذلك لأن هذه التعريفه تلعب دوراً كبيراً في تحقيق أهداف برامج

2 - تغطية مصاريف إنتاج الطاقة الكهربائية المنتجة وتكاليف توصيلها الى كل مستهلك أبنها كان وتعرف هذه المصاريف بالمصاريف المتغيرة والتي تعتمد بشكل رئيسي على الوقود المستهلك .

3 - تغطية مصاريف المستهلكين وهي تشمل مصاريف العدادات والتركيبات وأجهزة الحاسوب والسيارات والجياة وغيرها من المصاريف التي لها علاقة مباشرة بخدمات المستهلكين .

وهيكلية التعريفه التي تتبع في معظم الدول الصناعية المتقدمة والدول النامية على السواء والتي تستخدم بشكل رئيسي الترشيد في إستهلاك الطاقة وتخدم أيضاً أهداف برامج إدارة الأحمال تشمل الأنواع الآتية :-

- 1 - تعريفه الطاقة (Energy Tariff)
 - 2 - تعريفه الحمل الأقصى (Maximum Demand Tariff)
 - 3 - رسوم الخدمات (Service charge)
- وبالتالي فإن فاتورة المستهلك في فترة زمنية معينة يكون حسابها بإستخدام المعادلة التالية :-
- $$Y = D \cdot (Peak Load) + E + C$$
- (Consumed Energy) + C

حيث أن
 $Y =$ قيمة الفاتورة لهذه الفترة الزمنية .
 $D =$ تعريفه الحمل الأقصى لكل كيلووات من الحمل الأقصى خلال هذه الفترة .
 $E =$ تعريفه الطاقة لكل كيلووات ساعة من الطاقة المستهلكة خلال هذه الفترة .
 $C =$ قيمة رسوم الخدمات خلال هذه الفترة وهي قيمة ثابتة لا تعتمد على قيمة الحمل الأقصى ولا على قيمة إستهلاك الطاقة .

ويوجد نوعان من العدادات لهذه الهيكلية وهما عداد لقياس الطاقة وعداد لقياس الحمل الأقصى .

تصنيف المستهلكين :

يقسم المستهلكون إلى عدة أنواع على

المشركين وتحققا لذلك فإنه لا بد من أن تطبق الشركات المنتجة للكهرباء إحدى وسائل إدارة الأحمال كتعريفية الحمل الأقصى مثلا ويجب أن نشير إلى أن فائدة تعريفية الحمل الأقصى ليست مفيدة فقط للصناعات الكبيرة بل أن الفائدة تنعكس على الاقتصاد الوطني حيث أن صناعة الكهرباء تساعد في دعم وتطوير الاقتصاد الوطني ونقترح في هذا المجال أن تقوم الشركة العامة للكهرباء بتطبيق هذه التعريفية على المصانع كخطوة أولى على أن نعمم على بقية المستهلكين بعد الحصول على الخبرة والمعلومات الكافية .

تعريفية تعتمد على معامل القدرة

هناك عدة آلات كهربائية مثل المحركات الحثية والمحولات تحتاج إلى قدرة غيرالنامية للتمكن من إنتاج الفيض المغناطيسي وعليه فإن معامل القدرة لهذه الآلات يكون أقل من الواحد بكثير ويكون كذلك للمصانع الموجودة فيها هذه الآلات ونظرا لأن تدني معامل القدرة له تأثيرات عدة نذكر منها :-

- 1 - ارتفاع التيار الكهربائي والذي يؤدي إلى الزيادة في الفاقد في الشبكة .
- 2 - كبر حجم محولات القدرة المستخدمة

في الشبكة .
3 - إرتفاع فاقد الجهد في الشبكة .
وعليه فإن تدني معامل القدرة يؤدي إلى إرتفاع تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية وإن الشركات المنتجة تحتاج إلى بذل أموال كثيرة للمصانع التي يكون معامل القدرة عندها صغيرا وعليه فإن هيكليّة التعريفية يجب أن تصمم بحيث يدخل فيها جانب تدني معامل القدرة وذلك بزيادة الفاتورة كلما قل معامل القدرة ، ونرى معظم الشركات المنتجة للكهرباء في الدول المتقدمة تفرض على المستهلكين أن لا يقل معامل القدرة على 85% ، وعليه فإن المستهلك الذي يكون عنده معامل القدرة قليل فمن الأنسب له تحسين معامل القدرة بدلا من دفع فاتورة عالية في الشهر ، وتحسين معامل القدرة عادة ما يتم عن طريق تركيب مكثفات عند المستهلكين بعد العدادات مباشرة وتعتبر هذه المكثفات مهمة جدا لتزويد المستهلك بجزء من القدرة الغير فعالة أو بكل القدرة الغير فعالة التي يحتاجها وعادة ماتكون هذه المكثفات من وحدات إما أحادية الطور أو ثلاثية الطور .

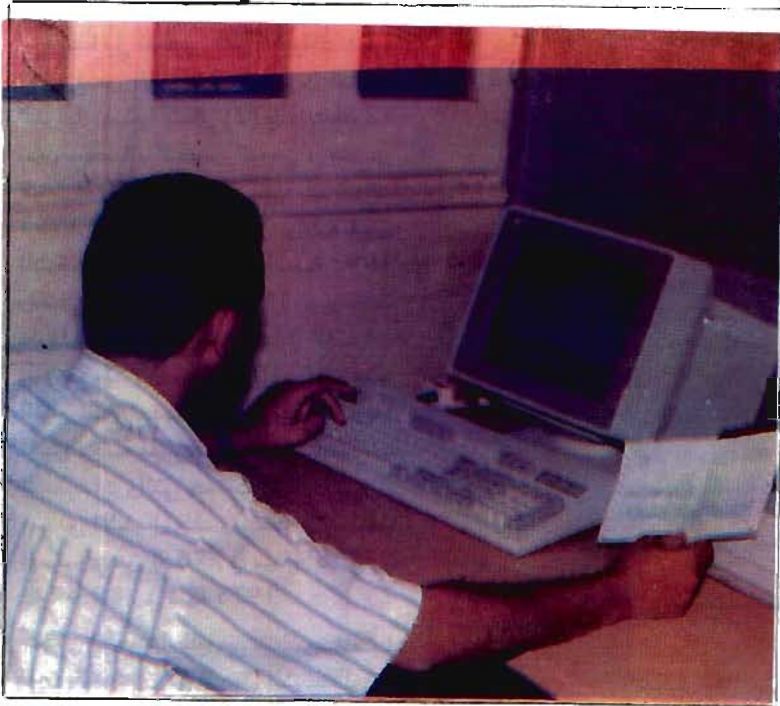
خصائص المنظومة الكهربائية :-

للمنظومة الكهربائية عدة خصائص

على مستوى التوليد وإنتاج الطاقة الكهربائية وعلى مستوى الأحمال حيث يتم الإستهلاك ، وفيما يلي نتحدث عن هذه الخصائص .
أولى هذه الخصائص هي ضرورة أن يكون التوليد متوفر في أي لحظة وعلى حسب الكمية التي يطلبها المستهلك وهذه الخاصية تتطلب من الشركات المنتجة التخطيط ومن ثم بناء وحدات توليد لمجابهة النمو المتزايد على الطاقة وكذلك لمجابهة التغير الذي يحدث على الطلب اليومي والأسبوعي والموسمي الخاصية الثانية هي أن الشركات المنتجة للطاقة الكهربائية يجب أن تبني محطات توليد كافية لتغطية الحمل الأقصى وبالإضافة إلى احتياطي يصل في بعض الأحيان إلى 25% من الحمل الأقصى وهذا يتطلب إستثمارات عالية .
أما الخاصية الثالثة فهي إن تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية تختلف خلال اليوم وخلال السنة وعليه فإن نوعية الوحدات تختلف على حسب التغير في الطلب جدول (2) يبين تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية على حسب تصنيف المستهلكين المعتمد حاليا وعلى حسب فترات التحميل بالشركة العامة للكهرباء [2] .

جدول (2) تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية على حسب فترات التحميل

نوع الإستهلاك	فترة الحمل الأقصى		فترة الحمل المتوسطة		فترة العمل القاعدية		المجموع
	الطاقة المنتجة (جيجاوات ساعة)	تكلفة الطاقة (مليون دينار)	الطاقة المنتجة (جيجاوات ساعة)	تكلفة الطاقة (مليون دينار)	الطاقة المنتجة (جيجاوات ساعة)	تكلفة الطاقة (مليون دينار)	
مقرات	187	2.980	787	7.909	2787	26.142	37.031
زراعي	58	0.927	300	3.015	965	9.046	12.988
تجاري	50	0.803	240	2.409	700	6.561	9.773
أعمال يدوية	37	0.592	247	2.481	881	8.264	11.337
صناعي خفيف	33	0.522	144	1.452	442	4.142	6.116
صناعي ثقيل	61	0.968	294	2.954	1191	11.172	15.094
مصرفية الحديد والصلب	60	0.952	254	2.558	864	8.106	11.616
فترة الشوارع	36	0.568	92	0.922	495	4.647	6.137
الإجمالي	522	8.312	2358	23.700	8225	78.080	110.092
معدل تكلفة الإنتاج لكل كيلووات ساعة	15.92	10.05	9.38	9.83			



أما الخاصية الرابعة فهي كبر حجم شبكة التوزيع نتيجة لأن عدد المستهلكين الصغار كبير وانتشارهم في مواقع مختلفة ومتباعدة يعتمد على الكثافة السكانية .

التعريف وإدارة الأحمال الكهربائية

إن الغرض من إدارة الأحمال هو الوصول إلى توزيع الإستهلاك في الطاقة الكهربائية على مدى اليوم حيث أن هذه الوضعية تحقق توفيراً في المصروفات التشغيلية والاستثمارية بدون أي تغيير في مستوى الخدمات وستعم هذه الفائدة على المستهلك والشركات المنتجة للطاقة الكهربائية كنتيجة مباشرة لتحسين منحنى الأحمال .

إن طرق إدارة الأحمال يمكن تقسيمها بصفة عامة إلى طريقتين هما :-

1 - طريقة التحكم المباشر في الأحمال الكهربائية حيث يمكن من خلالها تخفيض الحمل الأقصى عند فترات معينة بناء على إتفاق بين المستهلك والشركة .

2 - طريقة التحكم غير المباشر ويتم ذلك بوضع حوافز مادية للمستهلكين إما عن طريق استخدام التعريفية أو بدعم المستهلكين لشراء أجهزة تساعد في تخفيض الإستهلاك وتخفيض الحمل الأقصى أو باستخدام طرق أخرى ، وفيما يلي نتحدث على دور التعريفية في إدارة الأحمال بإعتبارها إحدى طرق التحكم غير المباشرة .

كما ذكرنا سابقاً فإن تكلفة إنتاج الطاقة الكهربائية تختلف من فترة إلى أخرى حيث تزيد التكلفة في فترة الذروة وتقل في الفترات الأخرى وعليه فإن التعريفية إذا ما صممت بحيث تعكس هذه الوضعية سوف تحقق أغراض إدارة الأحمال من تخفيض الحمل الأقصى وزيادة في الحمل الأدنى (تحسين معامل الحمل) .

والتعريفية من هذا النوع تعطي حوافز للمستهلكين للإستهلاك في فترات غير الذروة وغرامات للمستهلكين في فترة

الذروة وفي ما يلي نذكر أنواع التعريفية المستخدمة في هذا المجال .

أولاً :- المستهلكين الصغار

- 1 - التعريفية المزدوجة والتي تشجع الإستهلاك في فترات غير الذروة والتعريفية المعتادة لبقية الفترات .
- 2 - التعريفية المزدوجة والتي تكون مرتفعة أثناء فترة الذروة وتكون تعريفية معتادة في بقية الفترات .

ثانياً :- المستهلكين الكبار

- 1 - تعريفية للطاقة (أحادية) + تعريفية الحمل الأقصى .
 - 2 - تعريفية للطاقة (مزدوجة) + تعريفية الحمل الأقصى .
 - 3 - إدخال غرامة تدني معامل القدرة في تركيبية التعريفية .
- ولجابهة التغيرات التي تحدث نتيجة الإختلاف الشديد للظروف الجوية بين

الصيف والشتاء مما يتربط عليه إختلاف منحنى الأحمال فإنه توضع تعريفية موسمية واحدة للصيف وأخرى للشتاء بحيث تعكس هذا الإختلاف في طبيعة الإستهلاك .

إن نجاح استخدام هذه الطريقة يعتمد إلى حد ما على :-

1 - توفير ومتابعة العدادات والأجهزة المصاحبة .

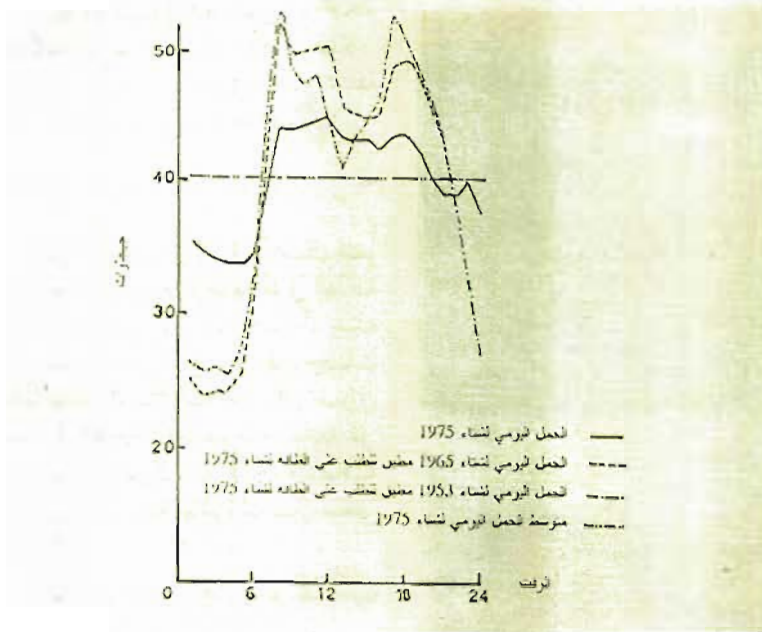
2 - إنتظام الجباية وتحسين طرقها .

3 - توفير المعلومات الخاصة بالمستهلكين .

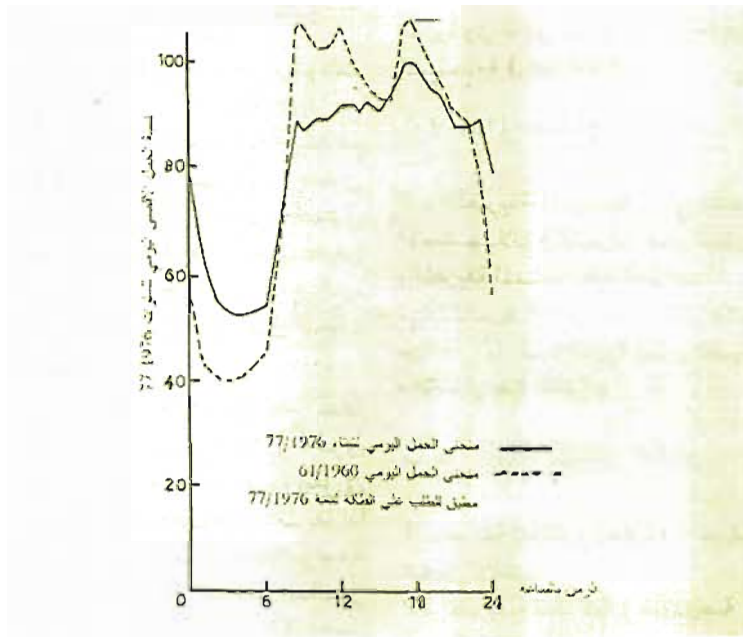
4 - القيام بالدراسات الاقتصادية والمالية والفنية دورياً .

5 - استخدام الأجهزة الحديثة المتطورة في مجال العدادات وطرق القراءة وشبكة الإتصالات .

6 - وأهم عامل هو مدى تجاوب المستهلكين وقناعتهم باستخدام هذه التعريفية ويتم هذا من خلال تكثيف الحملات الإعلامية باستخدام وسائله المختلفة .



شكل (2) منحنيات الحمل اليومي
بجمهورية المانيا للسنوات 1953 . 1965 . 1975 .



شكل (3) منحني اليوم لسكوتلاندا
لفصل الشتاء لسنة 1961/60 . 1977/76 .

- 1 - عدم توفر الخبرة الكافية لمثل هذه
- 2 - عدم توفر أعدادات الطلب .
- 3 - الجباية غير منتظمة ولم تصل إلى

فيما يلي نقدم بعض تطبيقات هذه الأنواع من التعريف على بعض الدول الغربية المنتجة. شكل (2) يبين مقارنة بين منحنيات الحمل اليومي في فصل الشتاء لجمهورية المانيا للسنوات 1953 ، 1965 ، 1975 ، ونلاحظ من الشكل ان منحني الحمل لسنة 1953 ومنحني الحمل لسنة 1965 لم يحدث عليها اي تغيرات وخصوصا في الفترات الليلية ولكن في سنة 1975 يظهر جليا التغير الذي حدث نتيجة تبني التعريف المزدوجة الموسمية منذ منتصف الستينات والتي حسنت بشكل كبير في منحني الاحمال ولقد زاد معامل الحمل السنوي من 76.8% في سنة 1965 إلى غاية 89.4% في سنة 1975 .

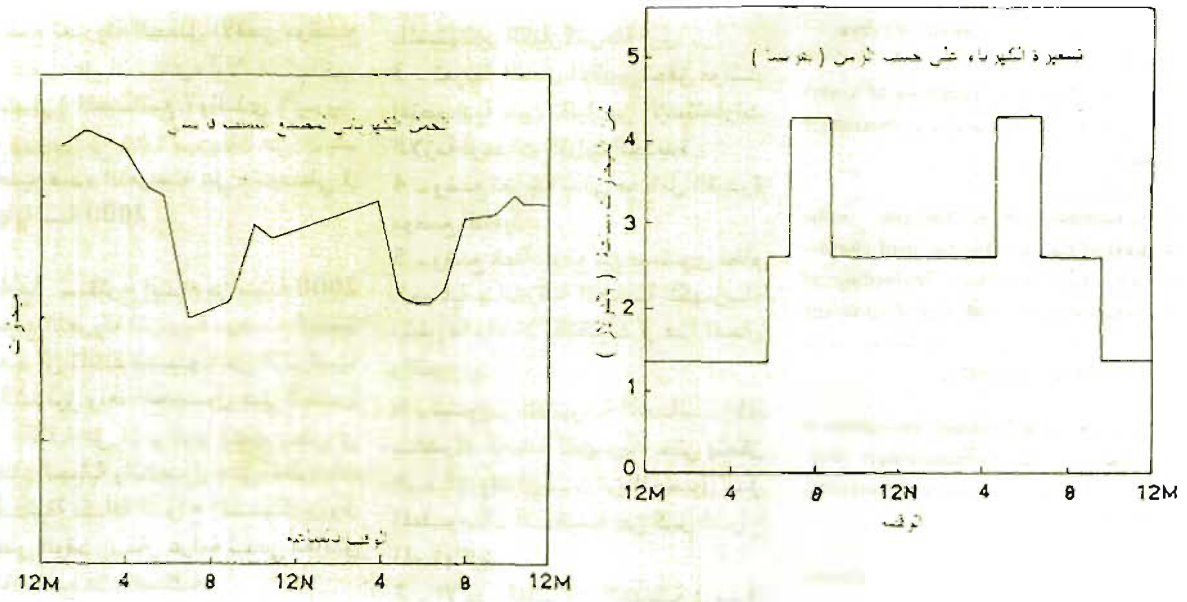
منحني الاحمال اليومي لسكوتلاندا ميين بالشكل (3) لفصل الشتاء لسنة 1961/60 و 1977/76⁽¹⁾ ونلاحظ التحسين الذي طرأ على منحني الاحمال نتيجة لاستخدام التعريف المزدوجة الموسمية وإستخدام بعض الحوافز الأخرى ولقد تحسن معامل الحمل من 73.7% إلى 80.7% .

شكل (4) يبين منحني الاحمال اليومية لمصانع الإسمنت بفرنسا وتركيبية التعريف الخاصة بها (4) ونلاحظ مدى تجارب الاستهلاك لهذه التعريف .

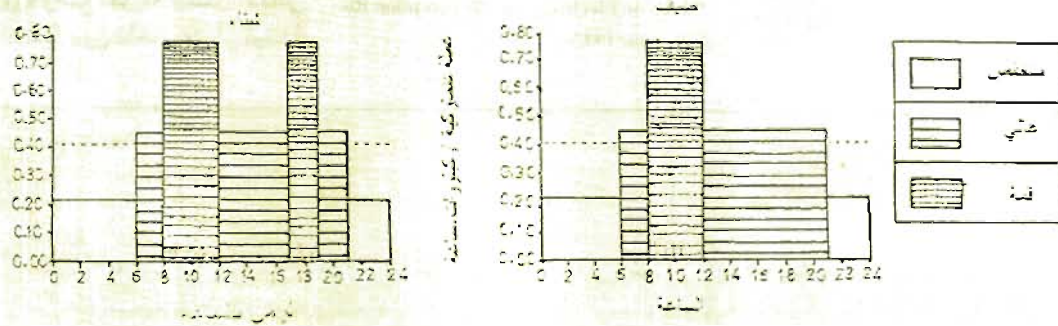
شكل (5) يبين تركيبية التعريف المتعددة في الدنمارك (5) لكل المستهلكين ما عدا القطاع السكني وهذه التعريف تحتوي على ثلاثة أنواع من التعريف (الحمل المنخفض ، الحمل الاعلى ، الحمل الأقصى) هذه التعريف تعكس شكل منحني الاحمال للشبكة الدنماركية ولقد تم العمل بها منذ سنة 1989 .

الصعوبات التي تواجه تطبيق هذه التعريف في الجماهيرية :-

يمكن حصر هذه الصعوبات في النقاط التالية :-



شكل (4) يبين تركيبة التعريفية ومنحنى الاحمال اليومية لصانعة الاسمنت بفرنسا



شكل (5) يبين تركيبة التعريفية في الدنمارك

البرنامج العملي لتطبيق هذه التعريفية بالشركة العامة للكهرباء :-
أولا :- نقترح في هذا المجال الإسراع

ولم تواءم التقنيات الحديثة في هذا المجال .
 6 - صعوبة تغيير هيكلية التعريفية حيث أن التعريفية المعمول بها الآن لم تتغير منذ سنة 1981 .

المستوى المطلوب .
 4 - عدم توفر المعلومات الدقيقة عن المستهلكين مثل كمية الإستهلاك وعدد المشتركين .
 5 - طرق الجباية المستعملة غير متطورة

2. General Electric Company of Libya,
Tripoli - Libya
"Study on Electricity Tariffs Load Analysis and Cost per Class of use, November 1994.
3. K.Goldsmith R.A. Addison " some Aspects of Lamproving the load characteristics of power system" Proceedings of the symposium on load- Curve Coverage in Future Electric power systems, Rome, Italy: 24-28 October 1977.
4. Areport to the National Association of Regulatory Utility Commissioners "Rate Desing and load Control, "November 1977, USA.
5. I. Rahbek, P.K. Andersen "Making Metering Systems", Uniped Distribution Conference, Rome: 6-8 October 1993.



- بالمستهلكين الكبار كمرحلة أولى .
3 - تعريفية الحمل الأقصى تحقق فوائد اقتصادية حيث تقلل من الإستثمارات اللازمة لوحدات التوليد الجديدة .
4 - وضع تعريفية تدني معامل القدرة موضع التنفيذ .
5 - وضع خطة للرفع من مستوى نظام الجباية بالشركة العامة للكهرباء وتطويرها والاخذ بالتقنيات في هذا المجال والتدريب .
6 - تطوير منظومة الحاسب الآلي بالشركة العامة للكهرباء حتى يتمكن الباحث والدارس من الحصول على المعلومات الدقيقة عن كل أنواع المستهلكين .
7 - الاخذ بالتقنيات الحديثة في مجال قراءة العدادات .
8 - الإهتمام بمجال البحث والدراسات في هذا المجال .

المراجع

1. General Electric Company of Libya,
Tripoli - Libya
"Study on Electricity Tariffs Inception Report, June 1993.

بوضع تعريفية الحمل الأقصى موضع التنفيذ على ان تبتدىء أولاً بالمستهلكين الكبار (المصانع) والذي لا يزيد عددهم عن 100 مستهلك على أن يتم تعميم هذه التعريفية على متوسطي في نهاية سنة 2000 .

ثانياً :- نقترح إبتداء من سنة 2000 وضع التعريفية المزدوجة موضع التنفيذ بعد ان تأخذ نصيبتها من الدراسة والتدقيق وبعد الحصول على الخبرة الكافية على ان يواكبها انظام وتطور في نظام الجباية والحصول على المعلومات الدقيقة لكافة أنواع المستهلكين وفي نفس الوقت إدخال غرامة تدني معامل القدرة مع هذه الهيكلية .

الخلاصة والتوصيات :-

- 1 - التعريفية الكهربائية يمكن ان تحقق اهداف إدارة الأحمال والترشيد في إستهلاك الطاقة إذا ما أحسن تصميمها .
2 - ضرورة وضع تعريفية الحمل الأقصى موضع التنفيذ دون تأخر على أن تبتدأ

ملخص

تعتبر التعريفية الكهربائية إحدى الوسائل المتعارف عليها في ترشيد إستهلاك الطاقة الكهربائية إذا ماتم إعدادها وتصميمها بطريقة جيدة وإذا ماتم إدخال كافة العناصر المهمة في هيكلية التعريفية حيث انها تشمل ثلاثة عناصر رئيسية وهي :

عنصر الطاقة - عنصر الطلب - عنصر خدمات المستهلكين بحيث يتم توزيع المصروفات على هذه العناصر كل حسب وظيفته .

تعرضت هذه الورقة لأهمية التعريفية ودورها في ادارة الأحمال والترشيد في إستهلاك الطاقة الكهربائية ونحسين معامل الحمل ، حيث يتم عرض أنواع التعريفية التي تحقق هذه الأهدف وقد خصص جزء من الورقة للتحدث عن تعريفية الحمل الأقصى وأهميته ، ثم عرض خصائص المنظومة الكهربائية وعلاقتها بالتعريفية ، وكذلك تجارب بعض الدول المتطورة في إستخدام التعريفية المزدوجة ، وأخيراً تقديم البرنامج العملي لتطبيق هذه التعريفية بالشركة العامة للكهرباء .