

قياس سلوكيات هدر الطاقة الكهربائية

م/ علي بن عثمان الناجم

مستشار أعلى في الطاقة (اقتصادياتها وهندستها وإدارتها)
نائب رئيس مجلس شعبة هندسة العمارة بالهيئة السعودية للمهندسين
البريد الإلكتروني ali.alnajim@saudieng.org

نشرت هذه المقالة تحت عنوان "قياس سلوكيات هدر الطاقة الكهربائية" مجلة المهندس -

السعودية- ربيع ثاني 1422هـ

مقدمة

من القضايا التي تترك القطاع الكهربائي وخاصة في المناطق الحارة موضوع ذروة الأحمال القصوى في فصل الصيف ولهذا يحسب لها القطاع كل حساب ويستثمر لأجلها آلاف الملايين من الريالات لمجابهة هذه الساعات. ومع ذلك تتجاوز الأحمال كل التوقعات. ففي عام 1994م تجاوزت إلى 20% في المملكة. وحتى في الأعوام الأخيرة، الأحمال مشكلة مؤرقة. ففي عام 1998م في كهرباء الشرقية، تجاوزت الأحمال (8552 ميجاوات) المتوقع (7935 م.و). أي زيادة أكثر من 600 م.و. وهو تقريبا ما يعادل أحمال المنطقة الشمالية القصوى الكهربائية (محافظة الجبيل والخفجي..). وأهم ما يميز نمط الاستهلاك في كهرباء الشرقية بالمنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية خصوصاً، والمملكة عموماً أن نمط أحمال البيئة العمرانية يحدد ويشكل نمط الأحمال العام. على اعتبار أن البيئة العمرانية تمثلها الفئات المتعارف عليها في القطاع الكهربائي جميعها (المساكن والمباني التجارية والحكومية والمستشفيات والجمعيات الخيرية والمساجد) أي ماعدا الفئة الصناعية والزراعية وأنارة الشوارع. فمثلاً منطقة الدمام (وتشمل مدينة الخبر والدمام والقطيف) في كهرباء الشرقية استهلاكها من الطاقة غالبه (89%) عمراني فضلاً عن المناطق الأخرى (الأحساء والشمالية)، يلاحظ توافق أحمال الشبكة مع أحمال المنطقة بينما الحمل الصناعي (ارامكو السعودية وسابك) وبالرغم من نسبته الكبيرة في مبيعات الطاقة (56%) إلا أنه يكاد حمله الأقصى يكون ثابتاً مقارنة بنمط حمل الشبكة والمناطق [1]. أي أن الفئة العمرانية هي السبب وراء الطلب على الطاقة وارتفاع أحمالها فضلاً عن ارتفاع استهلاكها وحصول الذروة للأحمال القصوى في أيام الصيف. وما ذلك إلا نتيجة لتخطيط البيئة العمرانية الغير المناسب. التخطيط الشبكي مثلاً عرض واجهات المباني لأشعة الشمس وحرارتها. وكذلك بسبب التصميم غير المناسب. القشرة الزجاجية وعدم القدرة على توظيفها التوظيف الجيد مثلاً سبب تراكم الحرارة و الذي سبب ارتفاع الأحمال في المباني التجارية والمكتبية.

¹ راجع دراسات المؤلف الكثيرة التي أثبت فيها تأثير المباني/العمران على الطاقة الكهربائية دون الفئة الصناعية مثل: "تأثير نشاط المدينة على ذروة الأحمال القصوى الكهربائية" -جدة- ندوة إدارة الأحمال وترشيد الإستهلاك -جدة- منوفمبر/1999م "الإستراتيجية العمرانية البديل لترشيد الطاقة في المدينة الخليجية" مجلة المهندس، جماد أولى 1421 هو "العمران والطاقة" مجلة البناء، ابريل 2003م و "مصطلح الفئة العمرانية وأهميته لقياس الطلب على الطاقة الكهربائية وتحديد برامج ترشيدها الفعالة" ندوة ترشيد وإدارة الطاقة في المباني، الظهران، 2000م

لكن يبرز سؤال، هل يمكن أن يكون للسلوك البشري تأثير على الأحمال الكهربائية وارتفاعها وبالتالي يمكن مراقبته وملاحظته وقياس تأثيره (ولو لفترة محدودة) بعيداً عن تأثير العمران عموماً؟ هذه الدراسة ستتناول هذا الموضوع من خلال تحليل الأحمال الكهربائية في كهرباء الشرقية وبيانات الطقس من مصلحة الأرصاد وحماية البيئة بالمنطقة الشرقية والهيئة الملكية للجبيل وينبع. فمن المهمات الصعبة في علم الاجتماع قياس السلوك. وتشير بعض الدراسات أن السلوك الاجتماعي يساهم في 30% في ارتفاع الأحمال. إلا أن الدراسات مبنية على دراسات دول غربية أو دراسات عامة. هذه الدراسة تتميز بتتبع السلوك وملاحظة تأثيره على الحمل الكهربائي في كهرباء الشرقية في المنطقة الشرقية في المملكة العربية السعودية، من خلال تقارير الحمل الساعية اليومية (أي لأربع وعشرين ساعة). وهذه المقالة قراءة مختصرة لدراسة المؤلف بعنوان: "تأثير السلوك الاجتماعي على ارتفاع الأحمال القصوى الكهربائية". ومن أهم النتائج أن هذا السلوك يتسبب في ارتفاع الأحمال إلى حوالي 40% ووصل في بعض المناطق إلى 70%. لتوصي الدراسة بأهمية دراسة وتحليل السلوك بشكل أوسع وأدق ومعرفة الطرق المناسبة للتأثير على هذا السلوك - حيث أن هذه الدراسة أولية - من أجل ترشيد الطاقة الكهربائية.

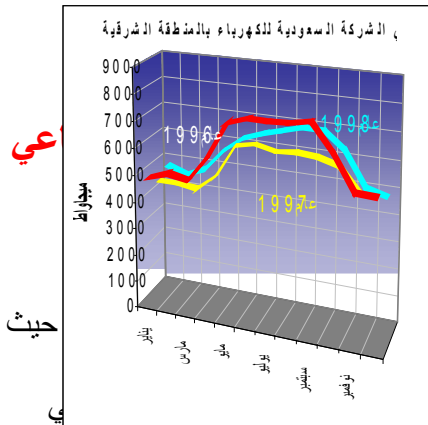
وأهمية الدراسة وبالرغم أنها تعتبر أولية وذات معلومات محدودة إلا أنه يرمى من ورائها إلى الاهتمام بهذا السلوك وبالتالي جذب اهتمام المنظرين الأكاديميين في التخصصات المختلفة لتحليله علمياً، والمسؤولين في القطاع الكهربائي لإعطائه حقه في التوعية والتنسيق مع الجهات المختلفة المختصة للتعاون من أجل التأثير فيه.

ظاهرة ارتفاع الأحمال الكهربائية

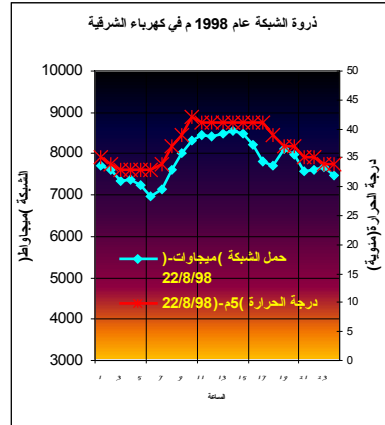
الأحمال الكهربائية "مصطلح عام لإستخدام الطاقة الكهربائية يقصد به أما القدرة أو الطاقة" وأما منحنى الحمل "فرسم للقدرة (ميغاواط MW) حال حدوثها مقابل الوقت الذي حدثت فيه بطريقة متتالية كما حدثت ويمكن أن يكون المنحنى للحمل اليومي أو الشهري أو السنوي" [2]

وأهم خصائص ارتفاع الأحمال الكهربائية مايلي:

- 1- الفائض في الأحمال السنوية شتاءً والفارق كبير فيها بين الصيف (ابريل- سبتمبر) والشتاء .
 - 2- ساعات الذروة في الحمل الأقصى .
- ففي كهرباء الشرقية هبط حمل الصيف من 8552 م و في الصيف (اغسطس 1998م) إلى (5354 م و) في ديسمبر من نفس العام. أي بفارق 3198 م و . كهرباء الشرقية بلغت ذروتها 8552 م و . أي بفارق 1592 م و ، عن الأدنى 6960م و (يوم 22 اغسطس 1998م)



يمكن ملاحظة معرفة المؤنة إن سبب وم والذروة في



² المهوس ناصر "خصائص ومكونات الحمل الكهربائي" الترشيد الكهربائي المطلب والحل" محاضرات ندوة ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية، الرياض، 1989م

البيئة العمرانية [3] فإن أهم العوامل المؤثرة في انماط احمال واستهلاك البيئة العمرانية هي الظروف الجوية واهمها تغيرات درجات الحرارة [4] ، ان درجة حرارته سبب ارتفاع استهلاك البيئة العمرانية وتشكيل نمطها الإستهلاكي ونمط أحمالها ونمط ذروتها . فتختص البيئة العمرانية بهذه الخاصية دون الفئة الصناعية بدرجة كبيرة (الناجم 1998م). وبصيغة أخرى فإن أحمال التبريد هي المشكل لأحمال البيئة العمرانية. وهذا النمط في الأحمال والثابت منذ سنين يعكس إتجاه المجتمع السلوكي في النزوع الشديد للتبريد الميكانيكي لمقابلة حرارة الصيف. وبالتالي التسبب في إرتفاع الأحمال العمرانية والشبكة بشكل عام. أي أن هناك استجابة سلوكية ناتجة من تفاعل المجتمع مع الوسط المحيط ومافيه من المناخ الحار الشديد الحرارة. تمثلت هذه الإستجابة السلوكية في استخدام التبريد الميكانيكي بسبب الشعور بالحرارة والضيق من أثارها حتى يشبع حاجته من - ودافعه القوي إلى- التبريد اللازم للأقلمة والتكيف أو الراحة المطلوبة.

فالعوامل البيئية الطبيعية كان لها دورها المؤثر في سلوكيات المجتمع حتى أصبح ظاهرة متكررة كل عام يعكسه بجلاء منحى الأحمال الكهربائية إلى درجة يمكن إعتباره إتجهاً أو نزوعاً وميلاً للمجتمع للتفاعل مع أحوال الطقس الصيفية كل عام . " فالعوامل البيئية تعتبر مشكلة للسلوك بوجه عام والسلوك الإجتماعي بوجه خاص. والبيئة مفهوم مركب ينطوي على جوانب عديدة وعلى التفاعل الدينامي لهذه الجوانب مع بعضها الآخر . فهذا المفهوم يعني البيئة الطبيعية بما تتضمنه من مناخ وتضاريس . كما يعني هذا المفهوم أيضاً البيئة الإجتماعية الثقافية فيعيش سكان الأرض في ظروف جغرافية متباينة تؤثر في النشاط الإنساني وتتضمن هذه الظروف خصائص الموقع أو التضاريس أو المناخ (حار معتدل بارد ...) ولاشك أن هذه العوامل الجغرافية تؤثر بشكل أو بآخر في توجيه السلوك الإنساني . واتفق الباحثون على أن الظروف المناخية للبيئة تؤثر على السلوك الإنساني نظراً لما تسببه من متاعب نفسية وصعوبات عديدة يمكن أن تؤثر سلباً على صحته في حالاتها المتطرفة. ويمكن لهذه الظروف المناخية أن تؤثر على الإنسان في موقع عمله أو دراسته أو في منزله أثناء راحته. ومن أهم العوامل المناخية الحرارة والرطوبة وحركة الهواء" [5]

فهل يمكن أن يستقل السلوك عن العوامل العمرانية؟ بمعنى آخر هل نلاحظ للسلوك تأثير على الأحمال الكهربائية في مناخ موضعي مناسب في البيئة لأي سبب آخر كالعادة أو الترف أو الإسراف أو أي سبب آخر ؟

أخذت بيانات طقس (درجة الحرارة ونسبة الرطوبة وسرعة الرياح) أيام من شهرين من الفترة أو الأشهر المعتدلة (مارس وأبريل) لمنطقة أعمال الدمام (الدمام والخبر والقطيف) من عام 1999م . وقد أخذت بيانات طقس الأيام الوسطى (10-20) من الشهرين وقد استخدمت قراءات أوقات على مدار اليوم حسب الساعات التالية: الفجر الساعة الرابعة والظهر الساعة الثانية عشر صباحاً والعصر الثالثة مساءً والمغرب السادسة مساءً والعشاء الساعة السابعة مساءً ومنتصف الليل الساعة الثانية عشرة مساءً. وقد قيمت أوقات هذه الفترات المختلفة حسب غلاف الراحة الحرارية لأولجي [6]. وبعد ذلك تقارن النتائج بأحمال الشهرين الكهربائيين.

4. قياس تأثير السلوك الاجتماعي على ارتفاع الأحمال الكهربائية:

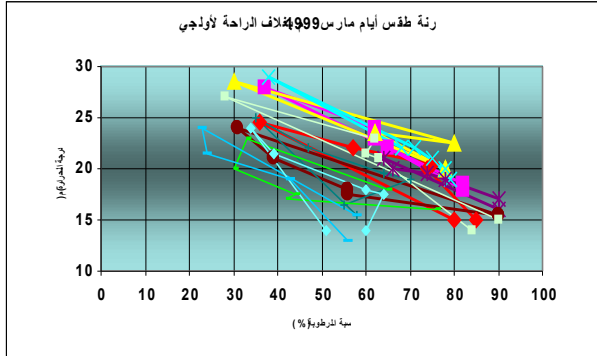
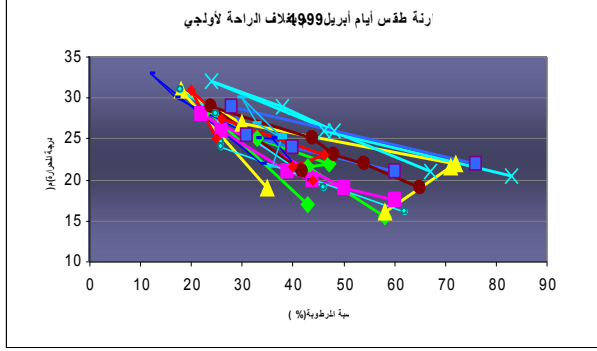
³ الناجم، علي "المدار الاقتصادي لإستراتيجي لمستقبل القطاع الكهربائي في المملكة العربية السعودية" مجلة كهرباء العرب ، 1998م

⁴ توصل الباحثان (الناجم والمفيز) أن هناك مؤثرات أخرى غير درجات الحرارة مثل نسبة الرطوبة وسرعة الرياح راجع: الناجم ، علي والمفيز ، إبراهيم " إستهلاك وأحمال الطاقة الكهربائية وتأثير العوامل المناخية عليها " المؤتمر الأردني الدولي الثاني للهندسة الميكانيكية JIMEC'97 ، عمان، 1996

⁵ درويش زين العابدين "علم النفس الاجتماعي أسسه وتطبيقاته" مركز النشر لجامعة القاهرة 1994م - بتصرف

⁶ لمعرفة كيفية استخدام اغلاف الحراري لأولجي راجع دراسة المؤلف : الناجم علي والمفيز إبراهيم أهمية فناء المسجد في ترشيد الطاقة في البيئة العمرانية الحديثة " المؤتمر السعودي الهندسي الخامس ، مكة المكرمة ، 1999م

لقد لوحظ أن الفترة المختارة (العشرة الأيام الوسطى من شهري مارس وابريل) أغلبها يقع في الفترة المعتدلة أو الباردة (100% في مارس و 88% في ابريل) بالنسبة لمنطقة الدمام. أي خارج الفترة الحارة فلا وجود لأي تدخل ميكانيكي في غالبها. فغالب الأوقات (الفجر والمغرب والعشاء ومنتصف الليل) لا تحتاج التدخل الميكانيكي. فإن لم تكن معتدلة فهي تميل إلى البرودة. أي أقل أحوالها إنها معتدلة فيمكن استخدام التهوية والتبريد الطبيعي فيها واستخدام المراوح على أكثر الإعتبارات.



وكذلك وبالرغم أنه و من عدم الحاجة إلى التبريد الميكانيكي في غالب أيام فترات ابريل (إلى 88%) إلا أن الأحمال الكهربائية قفزت بفارق واسع عن أيام مارس حتى قاربت النصف (43%) في بعض الأوقات في منطقة الدمام. فيلاحظ ارتفاع حمل وقت الفجر إلى فارق 43% وأما الظهر إلى العشاء فتأرجح الفارق بين 7% - 17% - 34% وأما منتصف الليل فارتفع إلى 40% أي ما يقارب الفجر. ظهور الفترة الحارة في ظهيرة ابريل دفع المجتمع إلى استخدام التبريد الميكانيكي في هذان الوقتان ومن ثم الاستمرار عليه والاعتماد عليه في باقي الأوقات. وقتا الفجر ومنتصف الليل يقعان في الفترة المعتدلة أو الراحة الحرارية أو (وهو الغالب 64% من الفجر و 100% من منتصف الليل) في الغلاف الحراري البارد (أقل من 22° م). ومع ذلك قفز الحمل الكهربائي في ابريل إلى حوالي نصف أحمال مارس في منتصف الليل وفي الفجر (41% و 43% على التوالي) فالمجتمع تعود على التبريد الميكانيكي والعزوف عن الإستفادة من التهوية والتبريد الطبيعي وخاصة في الإستخدامات المنزلية. ولهذا فمن فترة الظهيرة إلى العشاء تكون الأماكن التجارية والمكتبة تعمل

ولهذا فارق الأحمال يقل من 43% في الفجر إلى 25% في الظهر و 34% في العصر. وحينما تدخل أحمال الإنارة الليلية (حوالي الساعة السادسة مساءً) يضيق ويقل الفارق أكثر إلى 18% في المغرب و 20% في العشاء ولكن حينما تغلق هذه الأماكن يعود الفارق الكبير بين أحمال مارس وابريل إلى 41% أي في المساكن في منتصف الليل.. و بمقارنة مدينة الجبيل الصناعية فإنها عكست التأثير للسلوك البشري بأكثر وضوح (لفارق الأحمال الكهربائية الكبير بين مارس وابريل) حين تكبر أجهزة التكييف الميكانيكي، حيث يغلب على المدينة استخدام التكييف المركزي. ولهذا يتسع فارق الأحمال إلى أكثر من 70% في نفس الوقت (الفجر ومنتصف الليل) نظراً لضخامة استهلاك هذه الأجهزة مقارنة بوحدات التكييف وهذا بالرغم من وجود غالب هذان الوقتان في الفترة الباردة، كل الفجر (100%) و (82%) من منتصف الليل. ومع ذلك أتسع فارق الأحمال لهذان الوقتان بين الشهرين.

أي أن المجتمع يميل وينزع إلى التبريد الميكانيكي حينما يبدأ ثم يستمر عليه بالرغم من ملاءمة ومناسبة المناخ المحيط إلى درجة برودة الجو وعدم صلاحية التبريد الميكانيكي. فحينما ارتفعت حرارة الظهيرة والعصر اندفع المجتمع ليشبع حاجته من التبريد الميكانيكي في هذان الوقتان ولكنه لم يقف بل واستمر في استغلال التبريد والتهوية الميكانيكية حتى في باقي الأوقات المعتدلة بل والتي يميل بعضها إلى البرودة قبل منتصف الليل والفجر. فالمجتمع تعود وألف استخدام التبريد الميكانيكي. وهذا يشير إلى تأثير النقلة في الرفاه والرخاء في حياة المجتمع حتى جعلته لا يستغني عن التبريد الميكانيكي في غالب أحواله.

في "علم النفس الاجتماعي" يوضح مؤلفه درويش أن الإطار الثقافي وما يضمنه من قيم ومعايير خلقية وروحية وأفكار ومعتقدات شائعة بين غالبية أفراد المجتمع والسائدة بينه طبيعت الفرد بطابع معين مميز. وقد أثبتت الدراسات ذات الصبغة الحضارية أن ثقافة المجتمع تؤثر في طرق التفكير وكيفية التعبير عن الإنفعالات. وتشير الأدلة إلى أن الفروق الفردية في أساليب الإستجابة للمواقف الفعلية والاجتماعية ترجع إلى خبرات الأسرة وإلى عملية التنشئة الاجتماعية. (درويش 1994م) (فمن تعود على الإستمتاع بالهواء الطلق والتهوية الطبيعية ليس كمن اعتمد على التبريد والتهوية الميكانيكية) ويتبين أنه لوحظ أن الخلفية الأسرية والفرص التعليمية يمكن أن تمثل متغيرات في تكون المفاهيم. فيمكن أن تتوقع للجماعة من الفرد نمطاً معيناً من السلوك والإستجابة وبالتالي يمكن أن يكون للسلوك البشري الاجتماعي تأثيره على الفرد أحياناً بالرغم من هيمنة تأثير العمران – المباني – والغالب على الطلب على الطاقة في المناطق العمرانية.

ومن أهم النتائج أن الفارق في الأحمال بين مارس وابريل يشير إلى عزوف المجتمع عن العناصر المعمارية التي توظف التهوية الطبيعية والتبريد الطبيعي حينما تكون مناسبة، مثلاً الفراغات الخارجية، وبالتالي لا يستغلها في نشاطاته. فزيادة إرتفاع الأحمال في الفجر مثلاً تؤكد على ما تعانيه المساجد من إعتمادية على التبريد الميكانيكي. فالمساجد تخلو من الألفية الداخلية – أو أكثرها – أولاً تستغلها إذا كانت متوفرة لأداء صلاة الفجر. فيمكن استغلال الفناء في ابريل إلى حوالي نصف وقت الفجر (45%) ويمكن أن تساهم المراوح بحوالي العشر (9%). وقد أشارت بعض دراسات المؤلف إلى إمكانية استغلال الفناء والمراوح لأداء الصلاة مما يساهم في توفير الطاقة [7]. فيمكن أن يصل في الدمام إلى 39% والأحساء إلى 32%. لكن استخدام مثل هذه العناصر تحتاج توعية من الجهات المسؤولة وإقناع المستخدم من الجهات المصممة للعودة إلى مثل هذه العناصر وفعاليتها لنشاطاته وصحته.

⁷ الناجم علي والمفيز ابراهيم أهمية فناء المسجد في ترشيد الطاقة في البيئة العمرانية الحديثة " المؤتمر السعودي الهندسي الخامس، مكة المكرمة، 1999م

5. أهم التوصيات:

- 1) لقد ظهر واضحاً وجود سلوك اجتماعي تمثل في استخدام التكييف الميكانيكي للتبريد في أوقات تكون غالباً باردة كالفجر ومنتصف الليل مما يدعو إلى الإهتمام بالسلوك الاجتماعي في برامج الترشيد للطاقة الكهربائية .
- 2) نظراً لأن هذه الدراسة أولية وذات معلومات محدودة جداً فإن هناك حاجة ماسة لإجراء دراسات مستفيضة موسعة أكثر دقة ، تغطي جوانب وعوامل مهمة اخرى اعتبر ثباتها أو عدم تأثيرها ، مثلاً تأثير حرارة الداخل في المباني على الأحمال الكهربائية في الأشهر المعتدلة وعلاقتها بالسلوك ومدى تأثيرها عليه أثناء القياس ، وكذلك دراسة تأثير السلوك الاجتماعي في أشهر الصيف . هل له تأثير حين ترتفع الحرارة كثيراً في هذه الأشهر؟؟؟
- 3) العناية بالتصاميم المعمارية وخاصة المتعلقة بالمساكن ومحاولة توظيف عناصر الطاقة الطبيعية والوسائل الطبيعية كالتهووية والإنارة الطبيعية فيها وبمستوى تصميمي جذاب عالي وجودة أداء عالية ليقبلها الناس.
- 4) الإهتمام بالتوعية العامة حول طرق ووسائل الترشيد لعلاقة المجتمع وسلوكه بها.
- 5) العناية بالنشأ ، بالتربية والتعليم بترسيخ مفاهيم الإستغلال الأمثل ، وخاصة بمايتعلق بموضوع الطاقة الكهربائية.