مجلة جامعة الملك سعود، م ٦، العمارة والتخطيط، ص ص٢٩-٤٨ بالعربية؛ الرياض (١٤١٤هـ/ ١٩٩٤م)

# مدخل لترشيد استهلاك المباني للطاقة الكهربائية في مدينة الرياض

خالد بن عبدالله بن محمد المقرن

أستاذ مساعد، كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود، ص.ب ٥٧٤٤٨، الرياض ١١٥٧٤

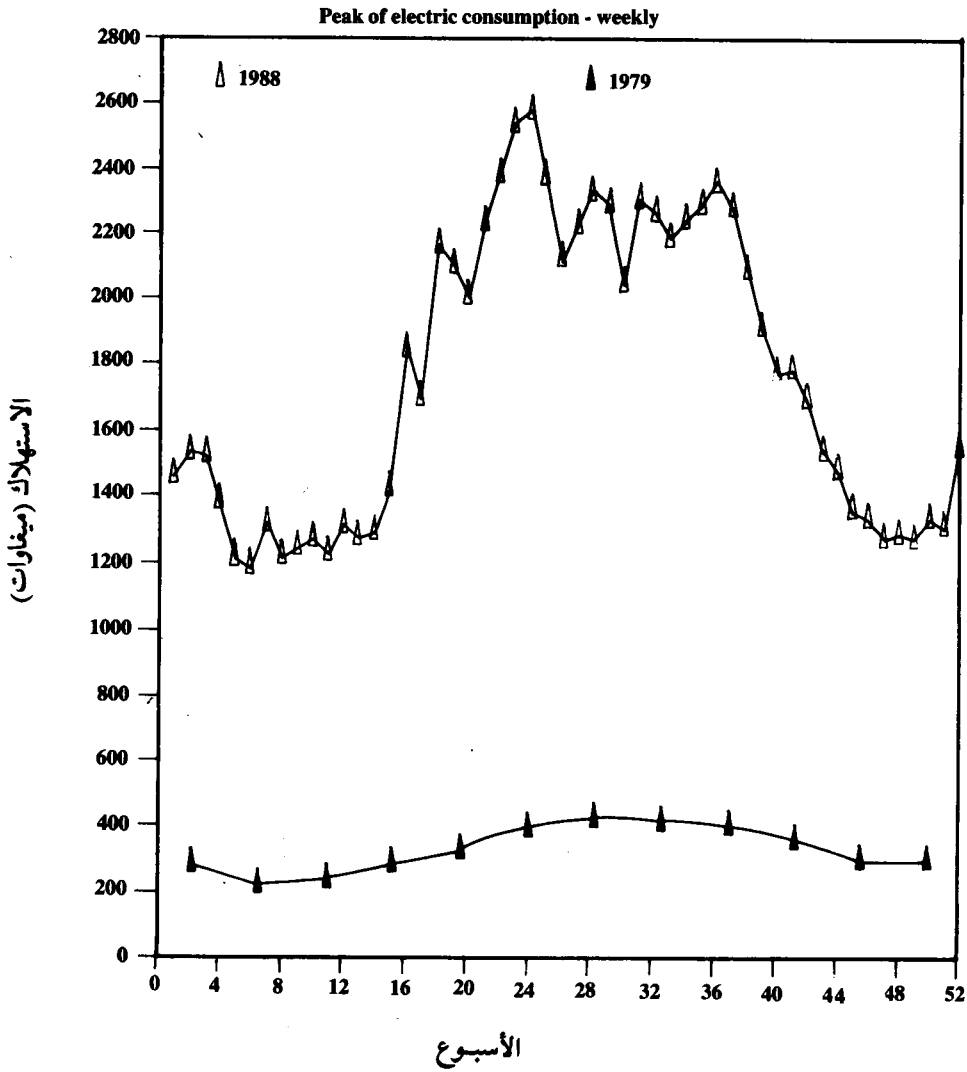
(قُدم للنشر في ١٤١٢/٩/١١هـ وقُبل للنشر في ١٤١٤/١/١٥هـ)

**ملخص البحث.** شهدت مدينة الرياض ارتفاعًا هائلًا في استهلاك الطاقة الكهربائية خلال السنوات العشر الماضية، استأثرت المباني بمعظمه، بينما تباينت أنماط الاستهلاك بين أشهر الصيف وأشهر الربيع بشكل واضح. يدفع كل ذلك بالباحث نحو دراسة أنماط الاستهلاك والتباين بمستوييه السنوي واليومي وذلك لتحديد تأثير العوامل المناخية وخصائص البيئة العمرانية على تلك الأنماط من الاستهلاك. يتبع ذلك اقتراح الطرق الناجعة لتحقيق الاستقرار في استهلاك الطاقة الكهربائية وخفضه بصورة فعالة.

## مقدمة

في الماضي القريب عندما لم تكن الطاقة الكهربائية متوافرة كانت المباني تبني متلائمة مع ظروف المناخ المحيط بها محققة بذلك بيئة معيشية تتوافق مع متطلبات الراحة الحرارية للإنسان. واليوم وبعد دخول مواد وأساليب البناء الحديثة وظهور النظم والقوانين العمرانية المستمدة من نظم وقوانين البناء في بيئات مناخية واجتماعية مغايرة للبيئة المحلية تغيرت صورة العمران بدءًا من جزئيات تصميم المبنى ومفرداته وانتهاءً بالنسيج والتكوين العمراني العام. وقد كان دخول الطاقة الكهربائية إلى المدن في المملكة في وقت كانت ا لحاجة إليها بصورة أساسية لتلبية متطلبات الإنارة أثناء فترة الليل ثم ما لبث توافرها ورخصها النسبي أن أدى إلى التوسع الكبير في استخدامها لأغراض تشغيل معظم الأجهزة وبالأخص أجهزة تكييف وتبريد الهواء والتي زاد الطلب عليها تباعًا لتغطية الآثار السلبية المتزامنة مع التغير الذي ظهر في البيئة العمرانية سواءً في مواد البناء أو التكوين والشكل العمراني وعدم توافقه مع البيئة المناخية المحلية.

يبين الشكل ١ الزيادة الكبيرة في منحنيات ذروة الاستهلاك خلال عشر سنوات وذلك بين عامي ١٩٧٩م و١٩٨٨م. كما يبين التغير الهائل في الاستهلاك بين أشهر الاعتدال المناخي وأشهر الصيف لمدينة الرياض والذي يعني أن أكثر من ٥٠٪ مما ينتج من كهرباء في فصل الصيف يستخدم لأغراض تبريد وتكييف الهواء.




شكل ١. تطور ذروة استهلاك الطاقة الكهربائية بين عامي ١٩٧٩ و ١٩٨٨م.

ومما يؤكد على أن لب المشكلة يكمن في أن زيادة الاستهلاك مرتبط بصورة أساسية بالبيئة العمرانية هو أن نسبة الطاقة الكهربائية المستهلكة في المباني (مساكن ـ مبانٍ حكومية ـ مساجد) لعام ١٤٠٧هـ تمثل أكثر من ٩٢٪ من إجمالي الطاقة المباعة بواسطة الشركة الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى. [١]

وهذه النسبة العالية من الاستهلاك تجعل أي تحسين في البيئة العمرانية بصورة تتوافق فيها مع البيئة المناخية ذا أثر كبير في تقليل واستقرار الطلب على الطاقة الكهربائية المنتجة والموزعة على مدار العام خصوصًا إذا أدركنا أن القيمة التي تباع بها الطاقة الكهربائية تقل بكثير عن تكلفة إنتاجها وتوزيعها فضلاً عن تحقيق الربح. فتكلفة إنتاج ونقل وتوزيع الكهرباء بدون أرباح بلغت في عام ١٤٠٨هـ ١٢,١٥ هللة/ للكيلو وات/ ساعة في حين أن متوسط بيع الكيلو وات/ ساعة لنفس العام بلغ ٩,٧٨ هلله/ كيلو وات/ ساعة أي بخسارة مقدارها ٥,٣٤ هللَه/ كيلو وات/ ساعة [٢] وتغطية هذا العجز إضافة إلى تحقيق الربح لمساهمي الشركة تضمنه الحكومة من الخزينة.

## أهداف البحث وطريقته

يهدف البحث بصورة رئيسية إلى تحقيق هدفين هما:

١ ـ تفسير وتشخيص المسببات المباشرة لارتفاع وتفاوت استهلاك الطاقة الكهربائية بمدينة الرياض في ضوء المتغيرات المناخية والنشاط الإنساني.

٢ ـ اقتراح التوجهات المعمارية والتخطيطية المناسبة للتحكم في زيادة استهلاك الطاقة الكهربائية بالمباني لمدينة الرياض.

ونظرًا لأن المتغيرات المناخية والنشاط الإنساني ينتظم في دورات سنوية وأسبوعية ويومية. فسيتم بإذن الله تحقيق الأهداف من خلال القيام بما يلي:

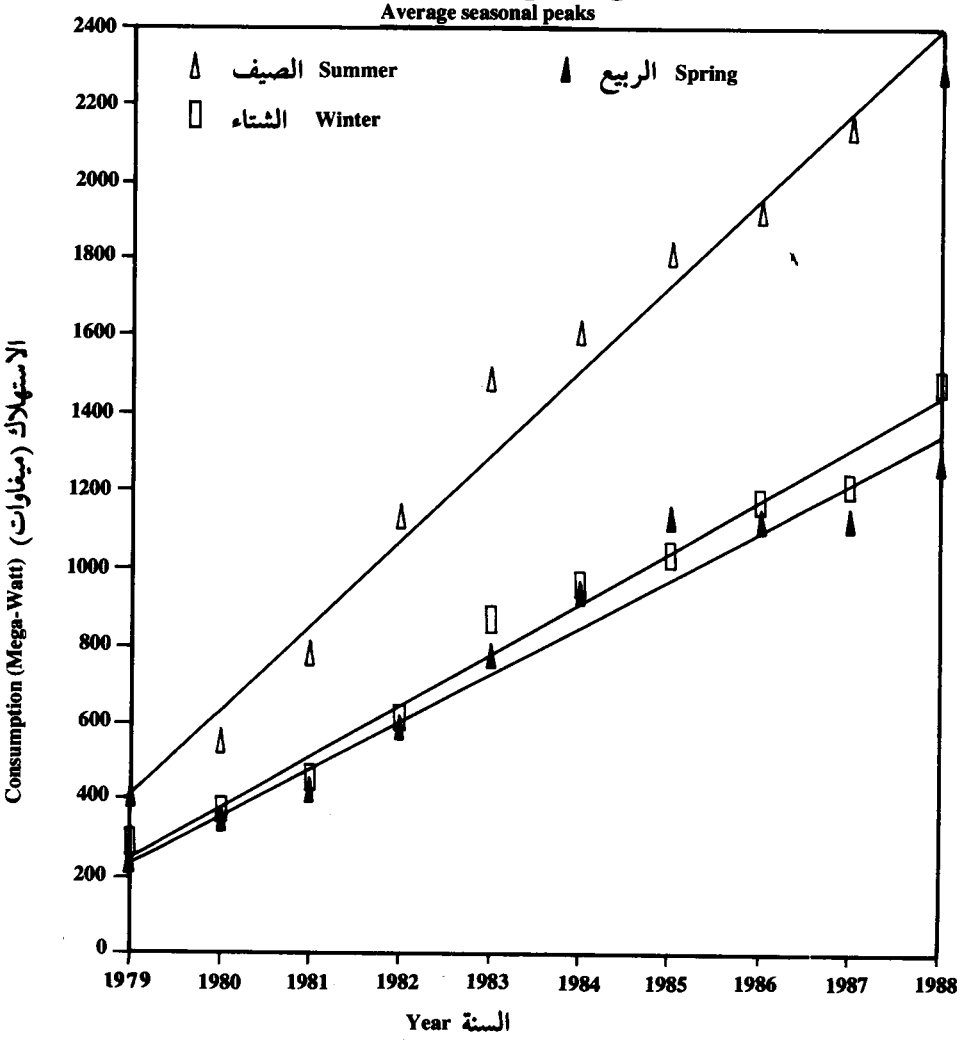
١ ـ استقراء وتحليل بيانات ومنحنيات ذروة استهلاك الطاقة الكهربائية لمدينة الرياض على المستوى السنوي، والمأخوذة من بيانات وتقارير الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى [٥].

٢ ـ استقراء وتحليل بيانات ومنحنيات ذروة استهلاك الطاقة الكهربائية لمدينة الرياض على المستوى اليومي لأسبوع من أشهر الصيف وأسبوع من أشهر الربيع والمأخوذة من بيانات وتقارير الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى.

٣ ـ طرح ومناقشة التوجهات المعمارية والتخطيطية الناجعة في ضوء نتائج الخطوتين السابقتين لتحقيق قدر مناسب من الخفض في استهلاك المباني للطاقة.

## أولاً: دراسة نمط الاستهلاك السنوي للطاقة الكهربائية

إن كانت الزيادة الهائلة في استهلاك الطاقة الكهربائية خلال السنوات العشر الماضية (شكل ١) تعبر عن النمو والتوسع السريع في العمران في مدينة الرياض خلال تلك الفترة




شكل ٢. معدلات الذروة لكل من فصول الصيف والربيع والشتاء.

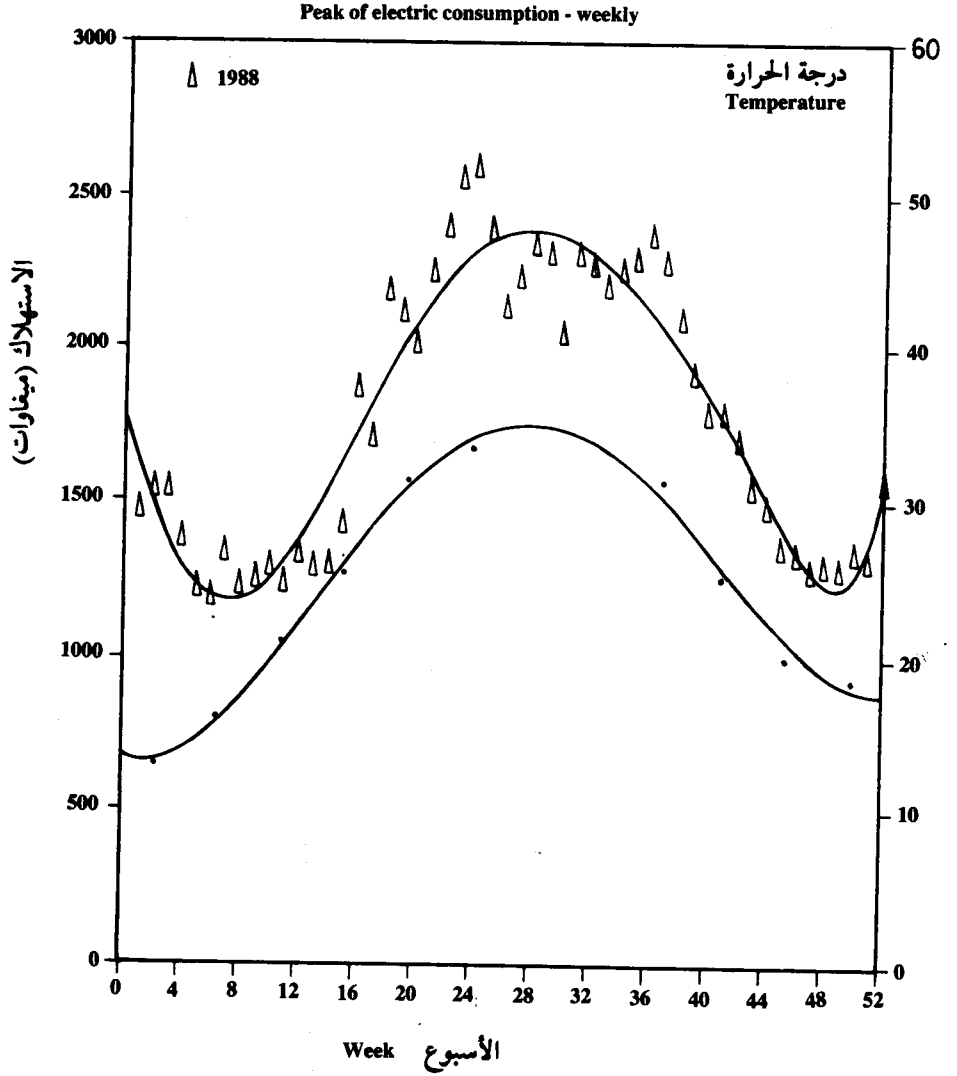
فإن الفـوارق الكبـيرة في استهلاك الطاقة الكهربائية بين أشهر الصيف والربيع تعبر عن ضعف التوافق بين البيئة المبنية بمستوياتها المختلفة مع خصائص البيئة المناخية المتغيرة.

وبالنظر إلى أنماط الزيادة في معدل ذروة الاستهلاك لسبعة عشر أسبوعًا من الصيف وعشرة أسابيع من الربيع وأربعة أسابيع من الشتاء خلال السنوات العشر الماضية (شكل ٢) نجد أن هناك تناسبًا مستقرًا بين تلك المعدلات خلال السنوات العشر الماضية بمعدلات الذروة في الصيف تمثل نسبة تتراوح بين ١٦٠-١٩٥٪ من معدلات ذروة الربيع ومعدلات الذروة في الشتاء تمثل نسبة تتراوح بين ٩٢-١٢٤٪ من معدلات ذروة الربيع. وإذا أخذنا بعين الاعتبار أن معظم الطاقة الكهربائية المنتجة تستهلك من قبل قطاع المباني السكنية والإدارية والمساجد فإن هذا الاستقرار النسبي في حجم الفوارق يعود بالدرجة الأولى إلى الاستقرار في أنماط الاستهلاك الذي يعود بشكل رئيسي إلى الاستقرار في كل من خصائص البيئـة العمرانية وأسلوب المعيشة البشري، ولا يبدو أن هناك أي أثر ظاهر لتطبيق نظام الشرائح على تقليل التغير في الاستهلاك بين الربيع والصيف.

ولـو كانت البيانـات الشهـرية للاستهلاك خلال السنوات العشر التي تسبق عام ١٩٧٤م والذي يمثل بداية طفرة البناء بالخرسانة متوافرة فإن من المتوقع أن نجد أن حجم الفوارق في الاستهلاك بين فصول العام يختلف بشكل واضح نظرًا لاختلاف خصائص البيئة العمرانية في تلك الفترة والتي كانت المباني التقليدية الطينية تمثل نسبة لابأس بها من حجم المدينة.

من ناحية أخرى فبمقارنة منحنى الاستهلاك الذروي للكهرباء لعام ١٩٨٨م على سبيل المثال بمنحنى متوسط درجات الحرارة الشهري (شكل ٣) يتبين بوضوح أن هناك تطابقًا نمطيًا بين نمطي تغير كل من الاستهلاك الذروي ومتوسط درجات الحرارة على مدار العام. وهذا يعكس بشكل واضح خصيصة من خصائص البيئة المبنية وهي السرعة في استجابتها للمتغيرات المناخية الخارجية وعدم وجود فوارق زمنية بين متغيرات المناخ الخارجية والمناخ الداخلي. ويلاحظ أيضًا من الشكل أن أقل ذروة لاستهلاك الطاقة الكهربائية على مدار العام تتحقق عندما يكون متوسط درجة الحرارة الخارجية ١٨,٥°م وهي أقل من الحد الأدنى لمستوى الراحة، وهذا يمكن أن يبرر بأن الاكتساب الحراري من أشعة الشمس

المباشرة إضافة إلى الاكتساب الحراري الذاتي من داخل المباني يرفع درجة الحرارة الداخلية لتصل إلى مستوى الراحة الحرارية، مما يجعل احتياج الإنسان إلى وسائل التدفئة أو التكييف معدومًا تقريبًا في تلك الظروف.

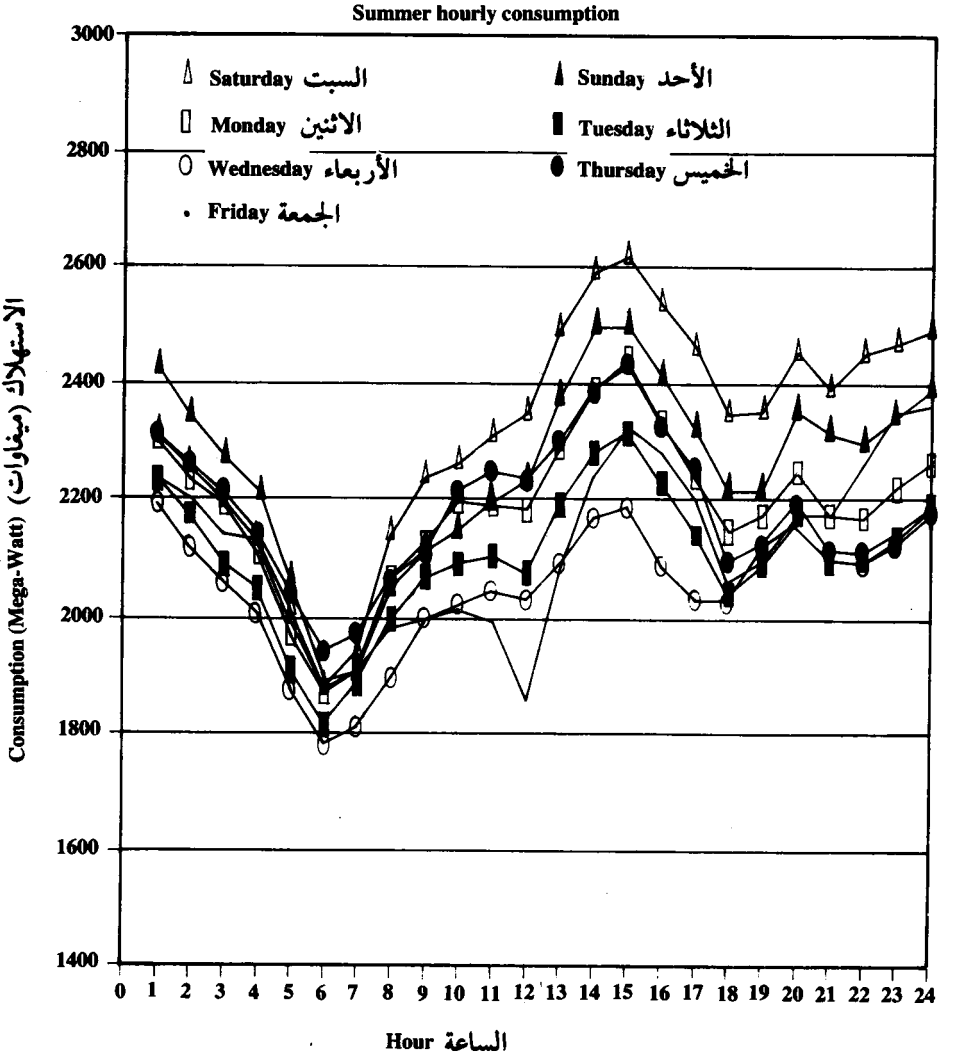



شكل ٣. نمط التغير في ذروة الاستهلاك السنوي لعام ١٩٨٨م مع تغير درجات الحرارة.

**ثانيًا: دراسة نمط الاستهلاك اليومي للطاقة الكهربائية.**

كما أن لاستهلاك الطاقة الكهربائية دورة سنوية في التغير تتوافق والدورة السنوية للمناخ فإن للاستهلاك اليومي دورة يومية لها خصائصها المميزة. ونظرًا للتفاوت الكبير في الاستهلاك بين أشهر الصيف وأشهر الربيع خلال العام فلابد عند دراسة الدورة اليومية لتغير الاستهلاك من اختيار الأيام المناسبة التي تمثل الفترات المختلفة خلال العام وعلى سبيل التحديد يوم من أيام الصيف ويوم من أيام الربيع ولتلافي تأثير أية خصيصة من خصائص النشاط البشري مرتبطة بأي يوم من أيام الأسبوع فسيكون الاختيار لأسبوع كامل يمثل فصل الصيف وأسبوع آخر يمثل فصل الربيع لا يقع خلال أي منهما أية مناسبة كإجازة وعيد ونحوهما مما يؤثر على نمط الاستهلاك المعتاد.

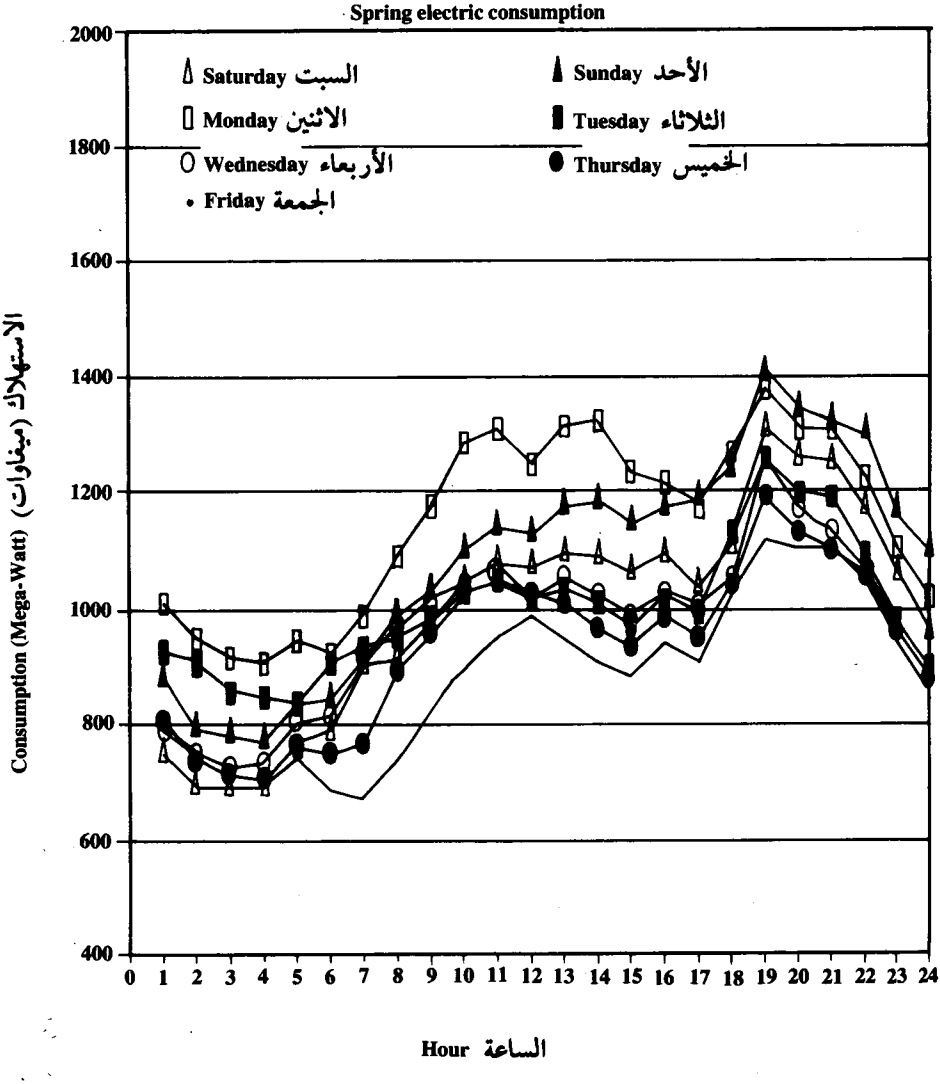
بالنظر إلى الشكل ٤ والذي يوضح منحنيات الاستهلاك لسبعة أيام متتالية في الفترة من ٥ إلى ١١/١١/١٤٠٩هـ. يتوسطها يوم السبت ٧/١١/١٤٠٩هـ والذي يمثل ذروة الاستهلاك خلال العام، نجد أن منحنى الاستهلاك يبدأ في التناقص بصورة حادة من الساعة الثانية عشرة الليلة السابقة، وذلك مع تناقص درجات الحرارة وتقليل استعمال الأجهزة وإطفاء الإنارة إلى أن يصل إلى أقل قيمة عند الساعة السادسة صباحًا ثم يبدأ في التزايد مع شروق الشمس وارتفاع درجة الحرارة إلى أن يصل أعلى قيمة له عند الساعة الثالثة ظهرًا وهي الساعة التي تمثل ذروة درجة الحرارة في الخارج كما تمثل ساعة تجمع معظم الناس في منازلهم بعد العمل. ثم يعود المنحنى للتناقص مرة أخرى بصورة أقل من السابق وذلك نظرًا لتناقص درجة الحرارة في الخارج ولترك كثير من الناس مساكنهم إما للفسحة أو العمل... ونحوه وعند الساعة السادسة مساءً وهي ساعة غروب الشمس وبداية الحاجة إلى الإضاءة الصناعية يعود المنحنى للارتفاع ثم لا يلبث حتى يبدأ بالانخفاض مرة ثالثة عند الساعة الثامنة مساءً والتي تمثل ساعة نهاية الدوام المسائي وإغلاق كثير من المحلات التجارية إلى أن يصل إلى الساعة العاشرة ومن ثم يعود المنحنى للارتفاع نظرًا لتجمع الناس في منازلهم مرة أخرى وحاجتهم للتكييف بصورة مكثفة عند النوم إلى أن نصل إلى الساعة الثانية عشرة ليلًا وعندها يبدأ المنحنى يأخذ دورة مماثلة لليوم السابق وهكذا. وهذه الدورة تنطبق إلى حد كبير على بقية أيام الأسبوع مع تفاوت بسيط في قيمة الاستهلاك تبعًا لدرجة الحرارة العظمى والصغرى في ذلك اليوم.




شكل ٤ . نمط الاستهلاك اليومي لأسبوع من أسابيع الصيف.

أما أيام الربيع فالشكل ٥ يوضح منحنيات الاستهلاك لسبعة أيام متتالية في الفترة من ١٦ إلى ١٤٠٩/٨/٢٢هـ يتوسطها يوم السبت ١٤٠٩/٨/١٨هـ والذي على نسقه تنتظم أيام الربيع، نجد أن أقل استهلاك يسجل حوالي الساعة الرابعة صباحًا ثم يبدأ الاستهلاك بالتصاعد إلى أن يصل إلى الساعة الحادية عشرة، ومن ثم يأخذ في الاستقرار المتذبذب إلى الساعة السادسة مساءً وذلك قبيل الغروب وعند الغروب، وذلك في تمام

الساعة السادسة والنصف يقفز الاستهلاك ليبلغ الذروة، وبعد ذلك يبدأ في التناقص الحاد إلى أن يصل إلى أقل قيمة الساعة الرابعة صباحًا من اليوم التالي ليبدأ دورة أخرى.




شكل ٥. نمط الاستهلاك اليومي لأسبوع من أسابيع الربيع.

يبين الجدول رقم ١ بصورة مختصرة متوسط أعلى ذروة استهلاك وساعة الحدوث ودرجة الحرارة ساعة الحدوث ومتوسط أقل ذروة استهلاك وساعة الحدوث ومتوسط درجات الحرارة تلك الساعة والفرق بين متوسط أعلى ذروة وأقل ذروة وكذلك متوسط درجة الحرارة العظمى والصغرى خلال اليوم وساعات الحدوث وذلك لكل من فصلي الصيف والربيع .

**جدول ١ . مقارنة بين بيانات الاستهلاك الكهربائي الأعلى والأقل لأسبوعين من الصيف والربيع .**

| الفترة | أعلى استهلاك | | | أقل استهلاك | | | الفرق | متوسط الحرارة العظمى | متوسط وقت وقوعها | متوسط الحرارة الصغرى | وقت وقوعها |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | المتوسط ميجاوات | ساعة الحدوث | درجة الحرارة تلك الساعة | المتوسط ميجاوات | ساعة الحدوث | درجة الحرارة تلك الساعة | ميجاوات | | | | |
| ٥-١١/١١/١٤٠٩هـ ٨-١٤/٦/١٩٨٩م «صيف» | ٢٤٠٩ | ٣:١٥-٣ (مساءً) | ٤١,٤°م | ١٨٦٤ | ٦ (صباحًا) | ٢٤,٩°م | ٥٤٥ | ٤١,٤°م | ٣ (مساءً) | ٢٤,٩°م | ٦ (صباحًا) |
| ١٦-٢٢/٨/١٤٠٩هـ ٢٣-٢٩/٣/١٩٨٩م «ربيع» | ١٣٠٣ | ٦:٣٠ (مساءً) | * ٢٦,٥°م | ٧٥٠ | ٤-٣:٣٠ (صباحًا) | * ١٩°م | ٥٥٣ | ٢٩°م | ٣ (مساءً) | ١٧,٥٢°م | ٦ (صباحًا) |

* تقديري

من الجدول يمكن القول بأن ذروة الاستهلاك للطاقة الكهربائية في فصل الربيع مرتبطة بالحاجة إلى الإنارة الصناعية، ولذا نجد أن ذروة الاستهلاك تسجل دائمًا بعد الغروب مباشرة، وذلك بخلاف فصل الصيف والذي ترتبط الذروة في الاستهلاك بدرجات الحرارة.

## ثالثًا: تقييد المشكلة ووضع الحلول

مما سبق ذكره في كل من أولاً وثانيًا نخلص إلى أن:

١ ـ التغير في منحنيات الذروة السنوية يتوافق مع التغير السنوي في درجات الحرارة.

٢ ـ فصل الصيف يمثل ذروة الاستهلاك السنوي كما أن الربيع يمثل أقل استهلاك.

٣ ـ ذروة الاستهلاك الصيفي خلال السنوات العشر الماضية تبلغ ما بين ١,٩٥-١,٦ من ذروة الاستهلاك الربيعي.

٤ ـ التغير اليومي في استهلاك الكهرباء في فصل الصيف يتوافق مع تغير درجات الحرارة اليومي، وهذا النمط يختلف جوهريًا عنه في فصل الربيع.

ونظرًا لأن استخدام الطاقة الكهربائية لأغراض التكييف هو السبب الجوهري لارتفاع الاستهلاك في مدينة الرياض فإن أية مقترحات بادىء ذي بدء لا تعطي له الأولوية في البحث والمعالجة لن يكون لها أي أثر. لذا فإن مناقشة وسائل خفض استهلاك الطاقة في هذه الورقة سيتركز على خفض ما يستهلك منها لأغراض التكييف فقط. ولكي تكون الدراسة دقيقة ووافية فسيكون البدء بتحديد ذلك القدر من الطاقة الكهربائية الذي يستهلك لأغراض التكييف ومدى ارتباط نمط تغيره مع نمط تغير درجات الحرارة ونشاط الناس.

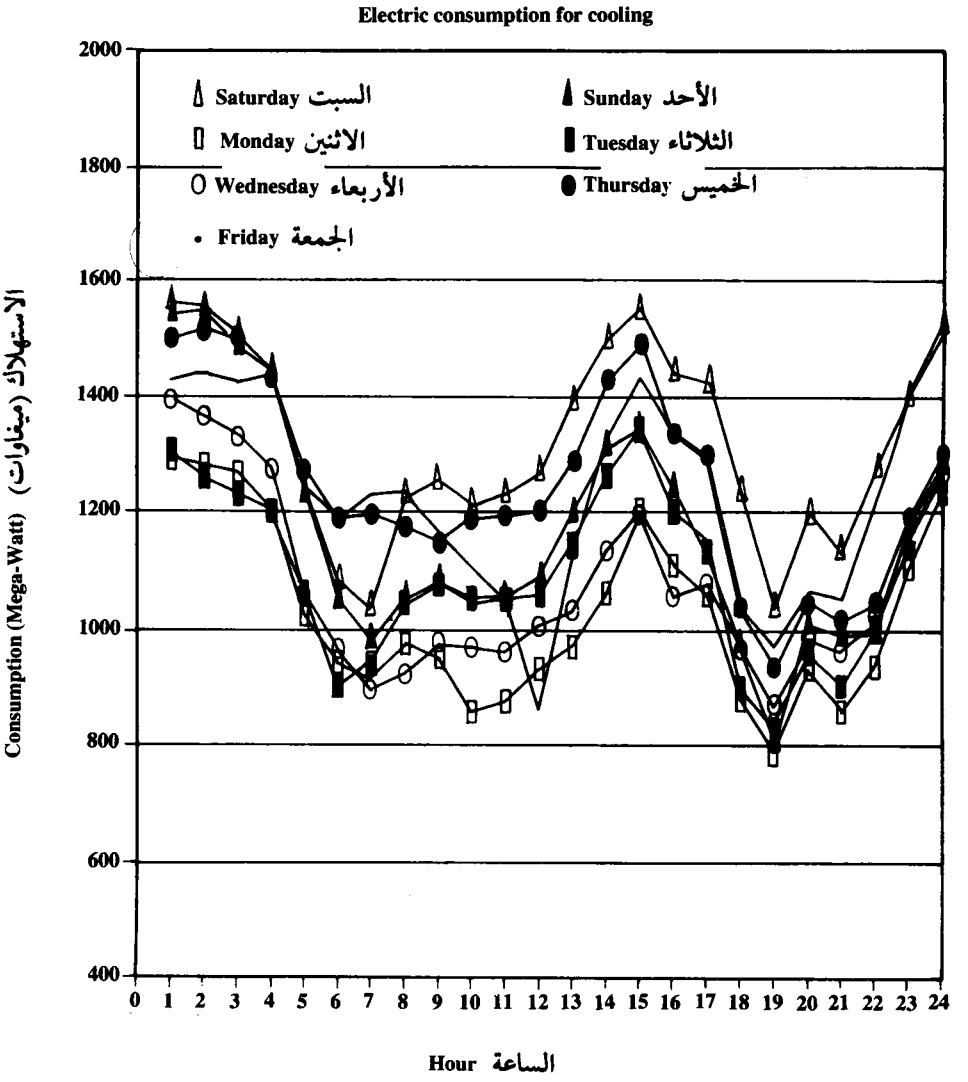
إن صعوبة الحصول على البيانات المباشرة فعليًّا من الطاقة لأغراض تكييف المباني يدفع بالباحث نحو اتباع طريقة أخرى غير مباشرة يمكن بواسطتها تحديد ذلك القدر من الاستهلاك. فإذا أخذنا بعين الاعتبار ما يلي:

١ ـ إن معظم استهلاك الطاقة في مدينة الرياض يذهب لتشغيل المباني وأن جزءًا يسيرًا نسبيًّا فقط هو الذي يستخدم لأغراض الصناعة والزراعة والخدمات.

٢ ـ أن الحياة في مدينة الرياض شبه مستقرة على مدار العام، وبالتالي فالاستهلاك التجاري والصناعي والزراعي وإنارة الطرق والخدمات شبه ثابت ومستقر على مدار العام.

٣ ـ أن أسابيع الربيع تمثل أقل استهلاك سنوي خلال العام وتسبقها أسابيع الشتاء حيث يرتفع فيها الاستهلاك قليلاً للتدفئة، وتعقبها شهور الصيف والتي يرتفع فيها الاستهلاك كثيرًا للحاجة إلى التكييف، وهذا يعني أن أسابيع الربيع تنعدم فيها الحاجة إلى كل من التبريد أو التدفئة.

أخذًا بالاعتبارات السابقة يصبح من الممكن بالتقريب تحديد الاستهلاك للطاقة الكهربائية لأغراض التكييف أثناء أيام الصيف، وذلك بحساب الفرق في الاستهلاك بين ساعات أيام الربيع وساعات أيام الصيف. ولكي يكون التحديد دقيقًا فيحسب الفرق لسبعة أيام تمثل أيام الأسبوع المختلفة، وذلك لتلافي أي أثر لاختلاف النشاط البشري بين أيام الأسبوع المختلفة. يوضح شكل ٦ أنماط التغير في استهلاك الطاقة الكهربائية لأغراض التكييف وذلك لأسبوع كامل يمثل ذروة الاستهلاك الصيفي، وذلك في الفترة (٨-١٤/٦/١٩٨٩م).




شكل ٦ . نمط الاستهلاك اليومي لأغراض التكييف لأسبوع من أسابيع الصيف.

ونجد من الشكل ٦ أن هناك تشابهًا في أنماط التغير لأيام الأسبوع فيما عدا يوم الجمعة والذي يختلف فيه نمط النشاط الإنساني عن بقية الأيام. ومن معالم النمط الأساسية وجود ذروتين للاستهلاك إحداهما تقع الساعة الثالثة مساءً والأخرى تقع الواحدة صباحًا وقاعان أحدهما يقع الساعة السابعة صباحًا والآخر يقع الساعة السابعة مساءً. وأقل استهلاك

للتكييف خلال الأسبوع بلغ ٨٠٠ ميجاوات وأعلى استهلاك بلغ حوالي ١٦٠٠ ميجاوات.

ونظرًا لأن نمط التغير متشابه خلال معظم أيام الأسبوع فيمكن اختيار أحد الأيام التي تتطابق درجة حرارته العظمى والصغرى مع متوسطات درجات الحرارة العظمى والصغرى لتلك الفترة من السنة، وذلك لاستكمال الدراسة والتحليل.

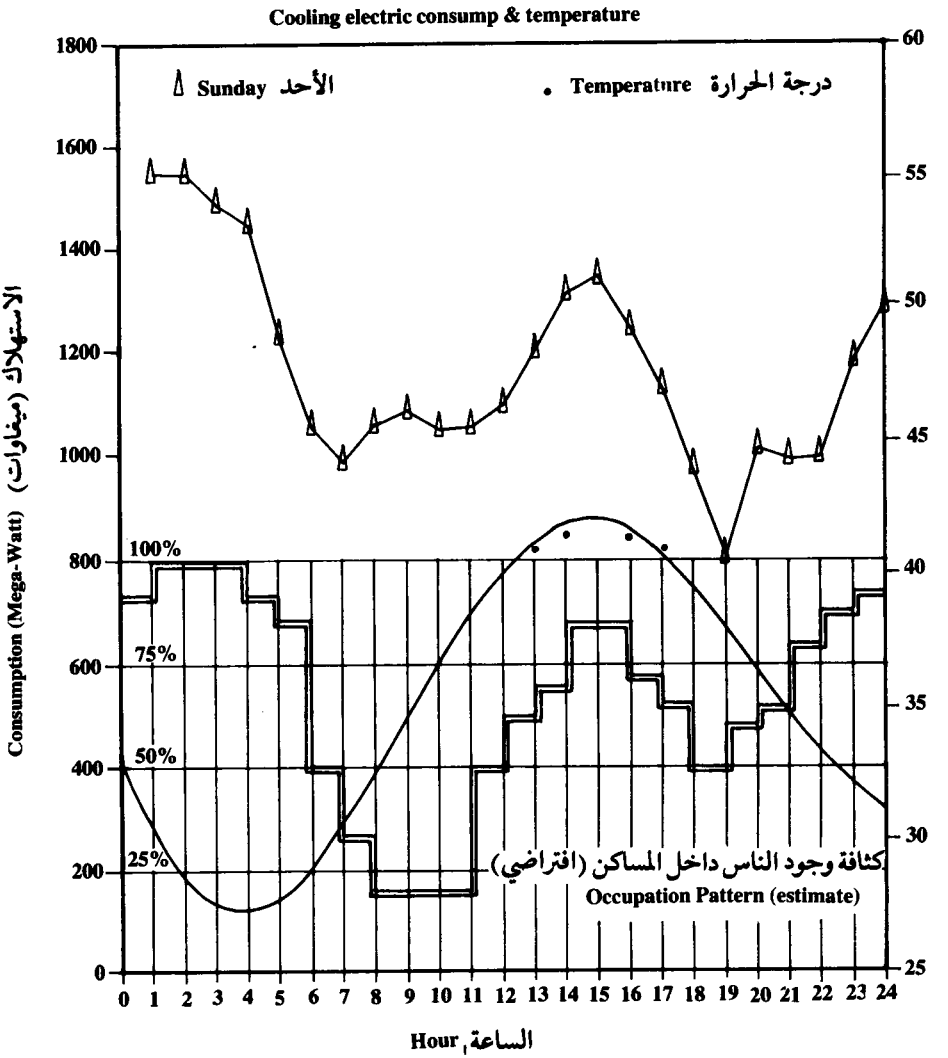
يوضح الشكل ٧ تغير استهلاك الطاقة الكهربائية خلال يوم الأحد ١٤٠٩/١١/١٤هـ الموافق ١٩٨٩/٦/١٧م وكذلك تغير درجات الحرارة خلال اليوم ونمط تقريبي افتراضي لكثافة وجود الناس في مساكنهم. ومن الشكل نجد أن استهلاك الطاقة لأغراض التكييف له ذروتان الأولى الساعة الواحدة صباحًا وهو وقت يتزامن مع ذروة وجود الناس في مساكنهم للنوم والراحة، وتلك الفترة تكون الحاجة إلى تشغيل التكييف كبيرة لطرد الحرارة المتراكمة داخل غرف النوم طوال النهار والوصول إلى وضع حراري مستقر. والذروة الأخرى تقع الساعة الثالثة مساءً وهو وقت يتزامن مع ذروة درجات الحرارة، كما يتزامن مع وجود نسبة كبيرة من الناس في مساكنهم للغداء والقيلولة. وكما أن للاستهلاك ذروتين فله قاعان أحدهما الساعة السادسة صباحًا وهو وقت تكون فيه درجة الحرارة منخفضة نسبيًا مما يلغي الاكتساب الحراري إضافة إلى أن المباني أخذت وضع الاستقرار الحراري، كما أن نسبة كبيرة من الساكنين بدأت بمغادرة مساكنها للعمل والدراسة. أما القاع الآخر فيقع الساعة السابعة مساءً وهو وقت يتوافق مع وجود كثير من الساكنين خارج مساكنهم في الأعمال وقضاء الحوائج ونحوهما.

بعد اكتمال الصورة بالنسبة لنمط استهلاك الطاقة لأغراض التكييف فإن وسائل التحكم وتقليل الاستهلاك تنحصر في نوعين:

١ ـ وسائل لتقليل مقدار التغير اليومي في الاستهلاك، وذلك لتحقيق الاستقرار والانتظام في الطلب من جانب وتقليل الاستهلاك من جانب آخر.

٢ ـ وسائل لتحقيق خفض عام في الاستهلاك بدوره يؤدي إلى تقليل الفوارق السنوية في الاستهلاك.

بالنسبة للنوع الأول من الوسائل. فالملاحظ على نمط الاستهلاك لغرض التكييف أن هناك توافقًا بين ذروة درجات الحرارة الخارجية مع ذروة الاستهلاك، وهذا بدوره يدل على أن هناك توافقًا بين ذروة درجات الحرارة الداخلية والخارجية. وهذا التوافق مرجعه إلى




شكل ٧ . نمط التغير اليومي في استهلاك الطاقة لأغراض التكييف مع تغير درجات الحرارة وكثافة وجود الناس في مساكنهم .

خصائص مواد البناء المستعملة في معظم المباني السكنية والتي غالبًا ما تكون من حوائط البلك الخرساني بسمك لا يزيد على ٢٠سم وأسقف خرسانية بسمك ٣٠سم بدون أية مواد عازلة أو مؤخرة للحرارة . وهذا النظام من البناء يجعل مستوى درجات الحرارة داخل المباني يتأثر بصورة آنية تقريبًا مع التغير الخارجي . وهذا الأمر يزيد من أحمال التكييف نظرًا لتوافق

ذروة الحاجة إلى التكييف مع ذروة درجة الحرارة للهواء الخارجي. في حين أن تأخر ذروة الحاجة إلى التكييف عن ذروة درجة حرارة الهواء الخارجي يؤدي إلى تقليل الفارق بين درجة حرارة هواء التهوية عبر أجهزة التكييف ودرجة الحرارة المطلوبة، مما يحقق خفضًا في الأحمال وتقليلاً بالتالي للفوارق في الاستهلاك بين أشهر الصيف والربيع. ويمكن تحقيق هذا الأمر باستخدام سماكات مناسبة من ماد بناء ذات سعة حرارية كبيرة تؤخر وصول الذروة في الداخل لعدد من الساعات حسب المطلوب. وفي حالة الاستهلاك في مدينة الرياض يمكن تحقيق ذلك باستخدام مواد مؤخرة لمدة قدرها أربع عشرة ساعة، وذلك لتتوافق ذروة الاستهلاك للتكييف مع وقت أقل استهلاك، وذلك على منحنى الاستهلاك الكلي لليوم الصيفي والذي يقع الساعة السادسة صباحًا.

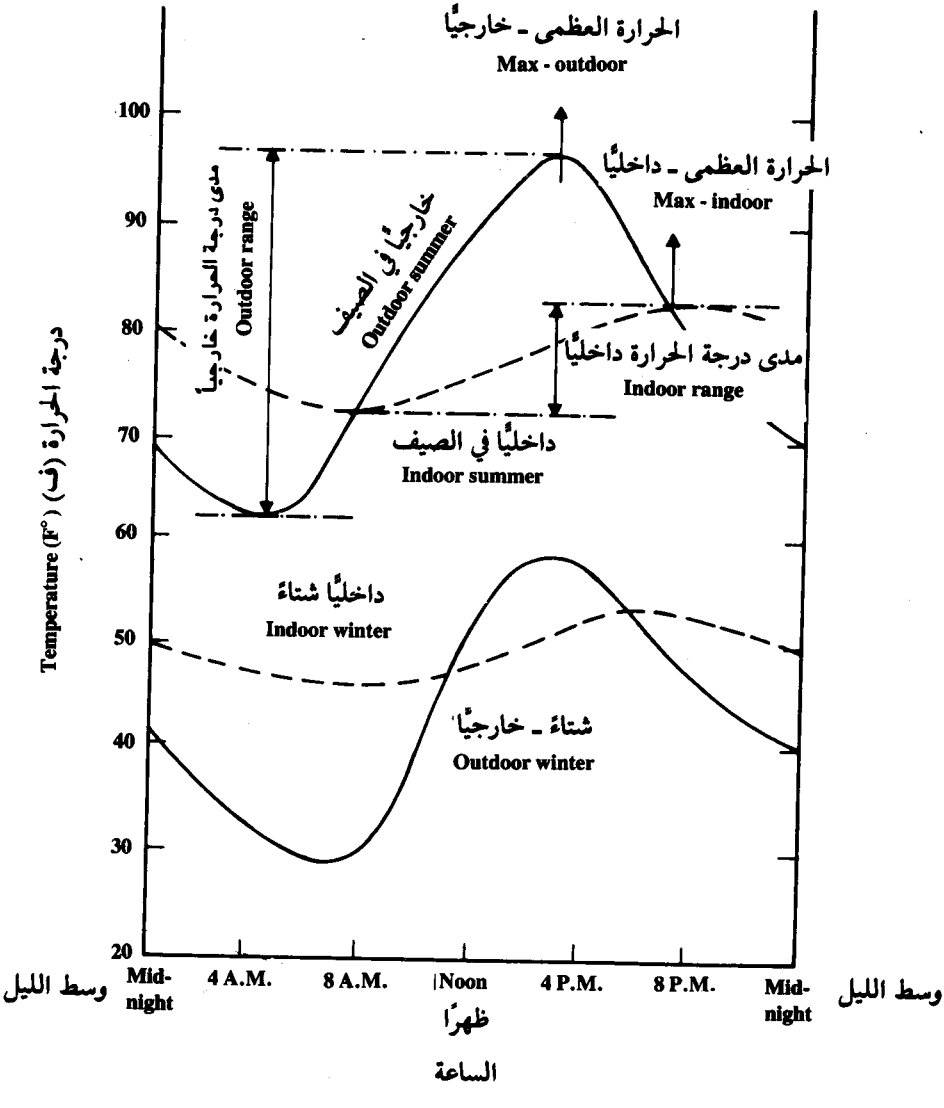
وفي العمارة التقليدية عندما لم تكن الكهرباء متوافرة كانت الحوائط الطينية السميكة تحقق تأخيرًا كافيًا للحرارة إلى وسط الليل. وأثناء الليل بواسطة التهوية الطبيعية تطرد هذه الحرارة إلى الخارج فلا يطلع الفجر إلا والمسكن قد تخلص من الحرارة [٦]. يوضح شكل ٨ تغير درجات الحرارة في مبنى من الطين في منطقة حارة جافة. وكما أن المواد المؤخرة تساعد على تأخير الذروة فإن لها أثرًا كبيراً في منع انتقال جزء كبير من الحرارة إلى الداخل، وهذا بدوره يساعد على خفض الاستهلاك بصورة إجمالية.

وبالنسبة للنوع الثاني من الوسائل فإن الاكتساب الحراري في المباني السكنية يتأثر بصورة كبيرة بالظروف الخارجية والملاحظ على المباني المعاصرة أنها تتصل بالظروف الخارجية من خلال خمس جهات (سقف وأربع حوائط). يوضح شكل ٩ نموذجًا للشكل العمراني للمساكن المعاصرة في مدينة الرياض. وقد ظهر هذا الشكل العمراني كنتيجة حتمية لتشريعات واشتراطات البناء التي تفرض ارتداد المبنى من أربع جهات.

ويمكن تقليل تعريض المبنى للظروف الخارجية، وبالتالي خفض الاستهلاك بصورة إجمالية وذلك من خلال:

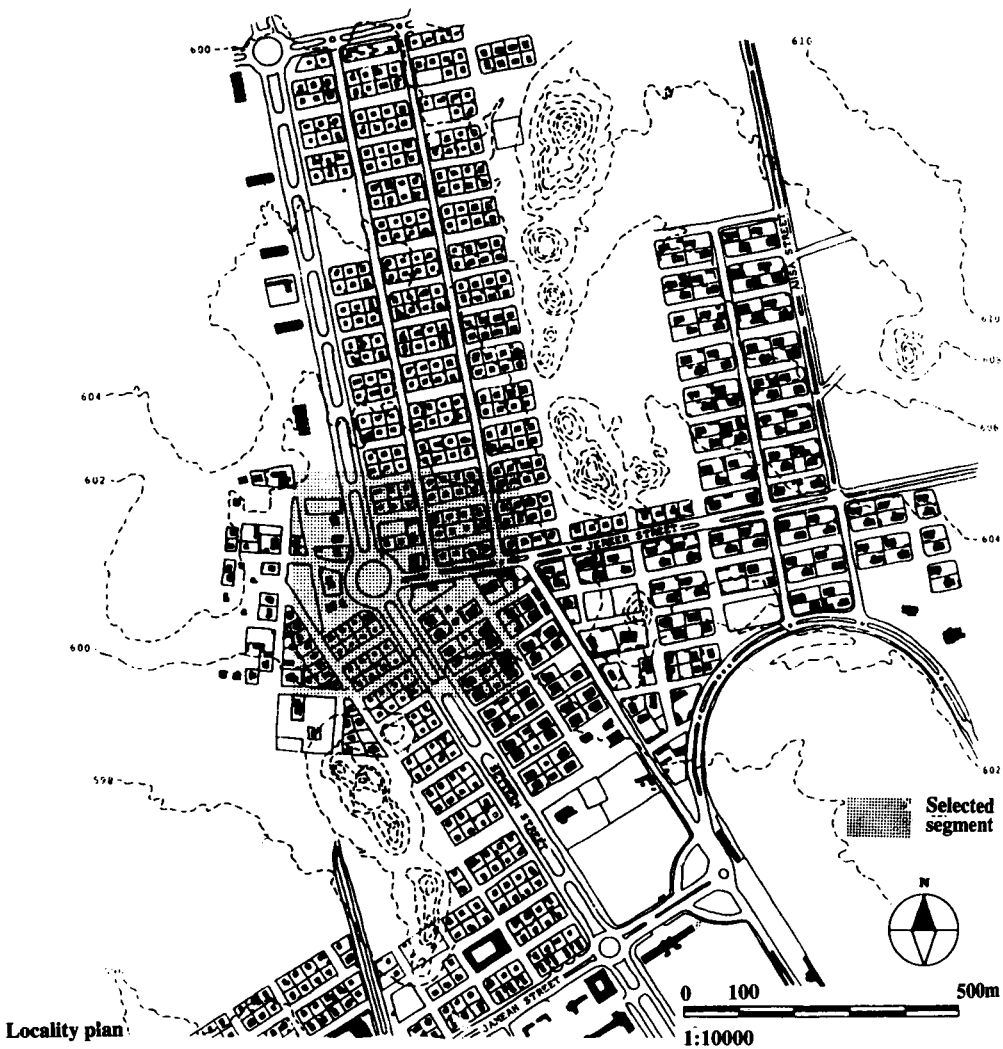
١ ـ استخدام مواد العزل الحراري في الأسقف والحوائط بكميات مناسبة واستخدام الألوان العاكسة للإشعاع وتظليل الفتحات وعزلها.

٢ ـ التحكم في أشكال المباني، وذلك بتقليل الجزء المعرض للظروف الخارجية وذلك بتقليل نسبة مساحته السطحية إلى حجمه ما أمكن، وكذلك تقليل الأسطح المعرضة




شكل ٨. تغير درجات الحرارة الداخلية والخارجية لمبنى طيني في منطقة حارة جافة [٣].

للظروف الخارجية، وذلك بتشجيع التلاصق في البناء، كما في المباني التقليدية والتي في الغالب لا يتعرض منها للظروف الخارجية إلا السطح وواجهة المدخل فقط أما بقية الجوانب فمتلاصقة بالمباني المحيطة. كما يوضح الشكل ١٠ النمط العمراني التقليدي.




شكل ٩. النسيج العمراني المعاصر والمتميز بانفصال المباني عن بعضها [٤].

شكل ١٠ . النسيج العمراني التقليدي والمتميز بالترابط [٤].

## الخلاصـــة

إن تحقيق خفض جوهـري في استهـلاك المباني للطاقة الكهربائية يرتبط بما يمكن تحقيقه من تغيير في شكل البيئة العمرانية ابتداءً بمواد البناء وانتهاءً بتشريعات واشتراطات البنـاء والتخـطيط. لذا فإن جهـود الـترشيد في ظل الـرسـوم المنخفضة بشكل كبير على الاستهـلاك ستكون محدودة الأثر ما لم تتضافر جهود كل من صناع القرار من المخططين والمعماريين، وذلك لوضـع الآلية المناسبة لتحسين البيئة العمرانية بما يحقق الخفض المناسب في الاستهلاك.

## المراجـع


[١] وزارة الصنـاعة والكهرباء. *الكهرباء في المملكة العربية السعودية نموها وتطورها حتى نهاية عام ١٤٠٧هـ*. الرياض: وزارة الصناعة والكهرباء ١٤٠٧هـ، ص١٨.

[٢] الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى. *إنجازات تتحدث عن نفسها*. الرياض: ١٩٨٨م.

[٣] Griffiths, J.F. and Driscoll, M. *'Survey of Climatology.'* London: Charles E. Merrill Pub. Co., 1982.

[٤] Al-Hathloul, Al-Hussayen, Shuaibi. "Urban Land Utilization; Case Study: Riyadh, Saudi Arabia." *M.I.T.* (1975), 13-39.

[٥] الشركـة السعـودية المـوحـدة للكهـربـاء بالمنـطقـة الوسطى، «مجموعة بيانات الاستهلاك اليومي والاستهلاك الذروي السنوي»، لعام ١٩٨٩م. «غير منشورة».

[٦] Al-Megren, K. *Wind Towers for Passive Ventilation Cooling in Hot Arid Regions.* Ann Arbor, USA: University of Michigan, 1978.

# Introduction to the Conservation of Electric Energy Consumption in Building in the City of Riyadh

**Khalid** A. Al-Megren
*Assistant Professor, College of Architecture and Planning*
King *Saud University, P. 0. Box 57448, Riyadh 11574, Saudi Arabia*

(Received **11/9/1412;** Accepted for publication **15/1/1414)**

**Abstract.** The city of Riyadh has witnessed a drastic increase in the consumption of Electrical energy during the last ten years, with buildings accounting for most of that increase.. This was coupled with a variation in consumption between **summer** and spring months. The previous status has directed the researcher to investigate the various patterns of **electrical** energy consumed by buildings on both annual and daily levels. The aim was to determine the influences of both climatic factors and the characteristics of the built environment on the patterns of consumption. Finally, effective means regarding the stabilization and conservation of electrical consumption are presented.