العلاقة بين درجة الحرارة واستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الرياض

د . هدى عبد الله عيسى العباد
أستاذ الجغرافية المناخية المساعد
بكلية الآداب – جامعة الأميرة نورة بنت عبدالرحمن

مقدمة :-

تلعب الطاقة الكهربائية (Electric energy) دوراً كبيراً في مجالات التنمية الاقتصادية والاجتماعية، كما تسهم في النمو الاقتصادي وزيادة الإنتاجية، وتوفر مصدراً نظيفاً للطاقة ، وتفتح المجال نحو تطبيق التقنية الحديثة في العديد من الأنشطة الاقتصادية .

وقد صاحب التقدم الذي مرت به المملكة العربية السعودية في جميع القطاعات العمرانية والزراعية والصناعية والتجارية وغيرها من القطاعات زيادة الطلب على الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية بوجه عام وفي مدينة الرياض بوجه خاص ويعزي ذلك لعدة عوامل ؛أهمها : النمو السكاني والنمو العمراني والصناعي ، فقد وصل الطلب على الطاقة الكهربائية في مدينة الرياض إلى معدلات عالية تضاهي معدلات الطلب في بعض الدول الصناعية وبالتالي أدى إلى تزايد كبير في الأحمال الذروية خاصة في فصل الصيف والذي يتميز بالارتفاع الملحوظ لدرجات الحرارة .

وتتصف مدينة الرياض بمناخ صيفي حار جاف تتراوح فيه معدلات درجات الحرارة بين(٤٥ ºم) و (٥٥ºم) أحياناً وبمناخ شتوي بارد ، تقل فيه درجات الحرارة الصغرى في بعض الأحيان إلى مادون الصفر المئوي . **(الشركة السعودية الموحدة للكهرباء، تقرير غير منشور، ١٤١٨هـ ، ص ٣٢)** .

وهناك ارتباط واضح بين درجات الحرارة والطلب على الطاقة الكهربائية فعندما تكون درجة الحرارة المحيطة أعلى أو أقل من المستويات المريحة يرتفع الطلب على الطاقة ويعزي ذلك إلى استخدام الطاقة لأغراض التدفئة والتبريد . (willis, 1996, P 78) .

وتخدم الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى أكثر من مليون مشترك وتشغل ثمان مصانع بطاقة إنتاجية ما مجموعه (٥٣٠٠ م.و) ويرتفع الطلب على الكهرباء خلال شهور الصيف بينما ينخفض الطلب إلى (٢٣٪) في فصلي الربيع والخريف . (Owayedh, Al-Bassam, Khan. P1) وقد بلغ عدد المشتركين خلال عام ٢٠٠١م (١٢٤٢٧٦٦) مشترك وارتفع إلى (١٤٩٨٣٧٠) مشترك عام ٢٠٠٥م . (**الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى، د.ت، بيانات غير منشورة**).

وقد تضاعف سكان مدينة الرياض أكثر من مائتي مرة كما تضاعفت مساحتها أكثر من ألف مرة منذ العام ١٣٥٠هـ (**الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، ١٤٠٦هـ ، ص ١٨**) ويبلغ عدد سكان مدينة الرياض (٤,٢٦٠,٠٠٠) نسمة عام ١٤٢٥هـ وقد ازداد عدد سكان مدينة الرياض عام ١٤١٧هـ بمقدار (١,١٠٠,٠٠٠) نسمة في السنوات الثمان الماضية هذه الزيادة الكبيرة في حجم السكان تشكل طلباً متزايداً على جميع الخدمات الاجتماعية والاقتصادية من حيث حجمها ونوعيتها مثل الخدمات التعليمية والصحية والوحدات السكنية . (http : // www. Arriyadh. Com / Researches / index. Asp) .

وتتمتع مدينة الرياض الواقعة بين دائرة العرض (١٩,٣) و (و ٢٧,٣) درجة شمالاً وبين خطي طول (٤٨,٤٢) درجة شرقاً ، بموقع متوسط من منطقة الرياض حيث تقع على دائرة العرض (٢٤,٣٨) درجة شمالاً ، وخط الطول (٤٦,٤٣) درجة شرقاً وعلى ارتفاع ٦٠٠ متر تقريباً فوق سطح البحر . (**الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض ، ١٤٢٦هـ ، ص ٢٨**)

ويختلف استهلاك الكهرباء في مدينة الرياض خلال العام ومن فصل لآخر ومن شهر لآخر ، وكذلك تتفاوت خلال ساعات اليوم الواحد وبين الليل والنهار ويختلف الاستهلاك نتيجة اختلاف درجات الحرارة سواء بالصعود أو الهبوط لذلك فإن الحمل الذروي Peak Load يحدث عندما ترتفع درجة الحرارة وينخفض عندما تنخفض في فصل الصيف .

وتتناول الدراسة العلاقة بين الحرارة واستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الرياض وتأتي أهمية هذه الدراسة كونها دراسة تطبيقية في مجال مهم من مجالات الحياة وهو استهلاك الكهرباء وعلاقته بالحرارة السائدة في المنطقة خلال الفترة من ١٩٩٩ – ٢٠٠٥م .

أهداف الدراسة وأسئلتها :-

وتهدف الدراسة إلى تحقيق عدة أمور منها :-

١ . - دراسة تفاوت الاستهلاك اليومي والشهري والفصلي للطاقة الكهربائية وعلاقته بالحرارة .
٢ - تطبيق نموذج لتوقع الاستهلاك في كل موسم حلوله لمساعدة مخططي موازنة الطاقة ..

لذا فإن الدراسة تحاول الإجابة عن الأسئلة الآتية :-

١ - ماهي طبيعة العلاقة بين استهلاك الطاقة ودرجة الحرارة بين ساعات اليوم وأشهر العام خلال مدة الدراسة .
٢ -هل تختلف العلاقة بين استهلاك الكهرباء ودرجة الحرارة خلال أيام العمل وأيام الاجازة.
٣ - هل يمكن التوقع بكميات الاستهلاك من الطاقة الكهربائية في ضوء تغيرات درجت الحرارة.

أساليب الدراسة:

تعتمد الدراسة على :-

١ - البيانات الفعلية للأحمال ودرجة الحرارة اليومية من الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى للفترة من ١٩٩٩ - ٢٠٠٥م وهذا ما استطاعت الباحثة الحصول عليه من الشركة . وقد تم الاعتماد على بيانات الشركة حتى يكون هناك توافق بين الفترة الزمنية التي يتم بها رصد الحرارة والاستهلاك معاً . وقد صنفت البيانات وعولجت إحصائياً باستخدام برنامج (SPSS) واستخرجت معاملات الارتباط والانحراف المعياري وتم تمثيلها بيانياً لفهم العلاقة بين الحرارة واستهلاك الطاقة الكهربائية .

٢- استخدام معامل ارتباط بيرسون لمعرفة العلاقة بين استهلاك الكهرباء ودرجة الحرارة للفترة من عام ١٩٩٩-٢٠٠٥م بشكل يومي وشهري وفصلي .

٣- استخدام معامل ارتباط بيرسون لتوضيح العلاقة بين الكهرباء و درجة الحرارة تم التطبييق على أربعة أسابيع من عام ٢٠٠٥م يتخللها فترات إجازة وفترات عمل

٤- و للتنبؤ بكميات الاستهلاك المتوقعة في السنوات القادمة تم استخدام نموذج الانحدار الخطي في شكل معادلة خطية من الدرجة الأولى كما يلي:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + e$$

حيث أن:

y : هو المتغير التابع الذي يتأثر (اتهلاك الكهرباء)

x : هو المتغير المستقل الذي يؤثر (درجة الحرارة)

β_0 : ثابت معادلة الانحدار وهو يعكس قيمة المتغير التابع في حالة انعدام قيمة المتغير المستقل x ، أي في حالة $x = 0$

β_1 : معامل الانحدار

e : هو الخطأ العشوائي، والذي يعبر عن الفرق بين القيمة الفعلية y ، والقيمة المقدرة $\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x$ ،

أي أن : $e = y - (\beta_0 + \beta_1 x)$

وباستخدام المعادلة الناتجة يمكن توقع كميات الاستهلاك في ظل درجات حرارة معينة.

الدراسات السابقة :-

تناولت العديد من الدراسات الطاقة الكهربائية في منطقة الدراسة والعوامل المؤثرة فيها ومنها :

- الحاج بركات ، حسين ولطفي عبد العال ، (١٩٨٦م) ، بعنوان تحليل العوامل المؤثرة على الأحمال لشبكة مدينة الرياض وكان من نتائج البحث أن الحرارة في فصل الصيف أهم عامل يتحكم في أجهزة التكييف .

- المقرن ، خالد عبد الله ، (١٩٩٤م) ، بعنوان مدخل لترشيد استهلاك المباني للطاقة الكهربائية في مدينة الرياض ، ويسعى هذا البحث إلى أن تحقيق خفض جوهري في استهلاك المباني للطاقة الكهربائية يرتبط بما يمكن تحقيقه من تغيير في شكل البيئة العمرانية ابتداءاً بمواد البناء وانتهاءاً بتشريعات واشتراطات البناء والتخطيط .

- الحاج بركات ، حسين – القاسم ، (١٩٩٧م) Methodology For Weekly Load Forecasting, Saudi Consolidated Electric Company – Central Region .

وقد عرض البحث أسلوب منظم لتعديل معلومات الأحمال الكهربائية ، ويطبق هذا الأسلوب في التحليل والتنبؤ الأسبوعي لمعلومات الأحمال المعمول به في شبكة مدينة الرياض والذي يمتاز بسهولة الاستخدام .

- العباد ، هدى عبد الله ، (١٩٩٨م) بعنوان المناخ واستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الرياض (دراسة في المناخ التطبيقي (رسالة دكتوراه غير منشورة) .

وتهدف الدراسة إلى معرفة أثر المناخ في إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية . وقد وخلصت الدراسة إلى تأثير المناخ على استهلاك الطاقة الكهربائية خلال ساعات اليوم والشهر والفصل والسنة وتأثيره أيضاً على المحطات والأجهزة والكهربائية كما أن الكمية العظمى من الطاقة الكهربائية يتم استهلاكها في فصل الصيف .

- التقرير الشامل للشركة السعودية للكهرباء بالمنطقة الوسطى (٢٠٠٤م) ، بعنوان Saudi Electricity Company Consolidated Transmission Area system Operation and Control, Central Operating Area 2004, Demand Forecast .

وتناول التقرير العلاقة بين الحرارة والأحمال اليومية والأسبوعية في عدة سنوات

وباستعراض الدراسات السابقة في منطقة الدراسة يتبين أن الدراسات تناولت منطقة الدراسة من نواحي اقتصادية وكهربائية ومناخية ولم تتطرق دراسة متخصصة على حد علم الباحثة إلى موضوع الدراسة بشكل مستقل وتأثيره على استهلاك الكهرباء ، ولذا حاولت الباحثة في هذه الدراسة التعرض إلى بحث طبيعة العلاقة بين الحرارة واستهلاك الطاقة من خلال الإجابة عن أسئلة الدراسة السابقة .

- ويمكن تناول الدراسة الحالية العلاقة بين الحرارة واستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الرياض من خلال المباحث التالية :-

أولاً : العلاقة بين الطاقة الكهربائية المستهلكة لساعات اليوم ودرجة الحرارة .

ثانياً : العلاقة بين الطاقة الكهربائية المستهلكة خلال أشهر السنة ودرجات الحرارة .

ثالثاً : العلاقة بين الطاقة الكهربائية المستهلكة خلال فصول السنة المختلفة ودرجة الحرارة

رابعاً دراسة نمط الاستهلاك الأسبوعي (تطبيق على عام ٢٠٠٥م).

خامساً:الأحمال القصوى (الذروية) والأحمال الدنيا خلال فصول السنة.

سادساً التنبؤ باستهلاك الكهرباء.

أولاً : العلاقة بين الطاقة الكهربائية المستهلكة لساعات اليوم ودرجات الحرارة:-

يتفاوت الاستهلاك اليومي للطاقة الكهربائية بين ساعات الليل والنهار نتيجة تفاوت درجات الحرارة بين الليل والنهار خلال العام .

وبالنظر إلى الجدول (١) يتبين أن أقل قيمة لاستهلاك الطاقة الكهربائية تسجل عند الساعة السادسة صباحاً ويصل الاستهلاك إلى (٣٩٩٥,٨ميجا وات) عند درجة الحرارة (٢٢,٣°م) . وهي الساعة التي تكون فيها الأرض قد استنفدت ما فيها من طاقة حرارة عن طريق الإشعاع الأرضي وتستعد بعدها لاستقبال الإشعاع الشمسي لترتفع درجة حرارتها من جديد بعد شروق الشمس ، بعد ذلك يبدأ منحنى الاستهلاك بالارتفاع مع شروق الشمس وارتفاع درجات الحرارة حتى يصل الاستهلاك إلى (٤٢٤٣ ميجاوات) عند الساعة الثامنة صباحاً وتبلغ درجة الحرارة عندئذ (٢٦,١°م) ، بعدها يعود منحنى الاستهلاك اليومي للطاقة بالارتفاع ولكنه ينخفض قليلاً عند الساعة الثانية عشرة ظهراً ليصل إلى (٤٥٦٣,٩ ميجاوات) وعند درجة الحرارة (٣٣,٤°م) وربما يعود انخفاض الاستهلاك إلى مرور هواء بارد ساعد على تلطيف حرارة الجو ما ترتب عليه انخفاض الاستهلاك قليلاً، أو لتدفئة الجو نتيجة ارتفاع درجات الحرارة في الفصل البارد . بعد ذلك يعود منحنى الاستهلاك إلى الارتفاع حتى يصل إلى (٤٨٤٥,٩ميجاوات) عند الساعة الثالثة ظهراً حيث تصل درجة الحرارة (٣٥°م) وهي الساعة التي تغلق فيها جميع الأعمال والمحلات التجارية وتزداد لحاجة إلى التكييف. مع ارتفاع درجة الحرارة، ثم يعود منحنى الاستهلاك إلى التناقص لتناقص درجة الحرارة حتى يصل إلى (٤٧١٦,٣ ميجاوات) عند الساعة الخامسة مساءً عند درجة الحرارة (٣٢,٥°م) ثم يرتفع مرة أخرى مع انخفاض درجة

الحرارة فيصل إلى (٤٩١١,٢ ميجاوات) عند الساعة السابعة مساءً وفي هذه الساعة يبدأ الناس في الخروج من مساكنهم ومزاولة أعمالهم, وتبدأ الحاجة ا أيضاً إلى الإضاءة الصناعية ليلاً . ثم بعد ذلك يعود منحنى الاستهلاك اليومي إلى التناقص مرة أخرى يصل إلى أدنى قيمة له عند الساعة السادسة من صباح اليوم التالي وهو يعتمد بالدرجة الأولى على احتياج الناس من الطاقة الكهربائية خلال ذلك اليوم .

وبالنظر إلى منحنيات درجات الحرارة والاستهلاك في الأشكال (٢) ، (٣) ، يتضح أن قيمة الاستهلاك ترتفع بارتفاع درجات الحرارة وتنخفض بانخفاضها ولكنه قد يرتفع في بعض الساعات مع انخفاض درجات الحرارة خاصة عندما يتواجد الناس في منازلهم لمزاولة أعمالهم اليومية واستخدام الأجهزة المنزلية المختلفة بالإضافة إلى التكييف البارد والدافئ كما تم تفصيله في تحليل الجدول .

وبإيجاد معامل الارتباط بين الاستهلاك ودرجات الحرارة لساعات اليوم يتبين وجود ارتباط قوي إذا وصل معامل الارتباط إلى (٩٩٪) وهي علاقة موجبة قوية بمعنى أن الاستهلاك يزداد بارتفاع درجات الحرارة خلال اليوم ويقل بانخفاضها. كما نلاحظ وجود ارتباط قوي بين الاستهلاك ودرجة الحرارة لكل ساعة من ساعات اليوم ابتداء من الساعة السادسة صباحاً حيث يبلغ معامل الارتباط (٨٠و٠) وانتهاءً بالساعة الخامسة صباحاً من اليوم التالي حيث يبلغ معامل الارتباط (٨٦و٠) مما يدل على أثر الحرارة الواضح في استهلاك الطاقة لكل ساعات اليوم

ثانياً : العلاقة بين الطاقة الكهربائية المستهلكة خلال أشهر السنة ودرجات الحرارة:

يختلف الاستهلاك الشهري للطاقة الكهربائية خلال العام من شهر لآخر ويقل استهلاك الطاقة الكهربائية في أشهر فصول السنة باستثناء أشهر فصل الصيف

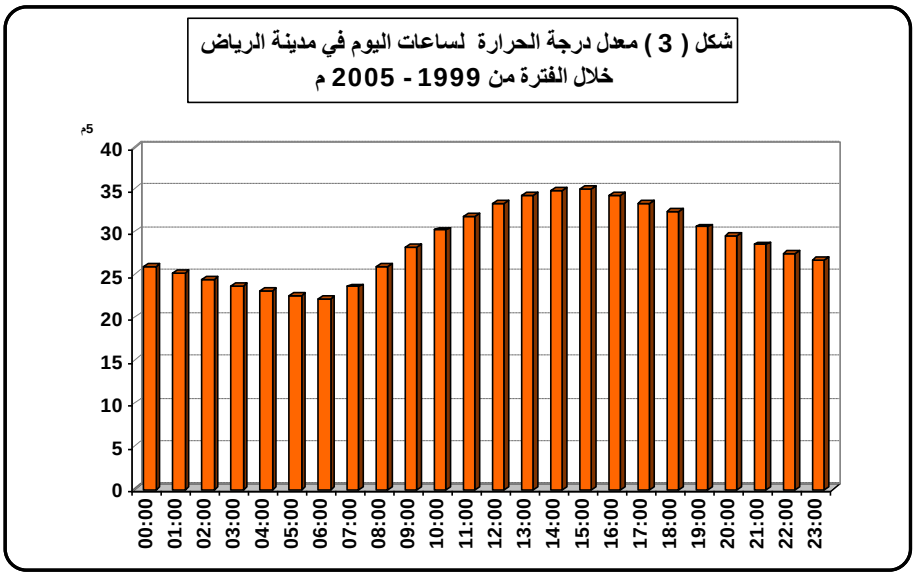
جدول (١ العلاقة) بين معدل استهلاك الطاقة الكهربائية ودرجات الحرارة لساعات في مدينة الرياض خلال الفترة من ١٩٩٩ – ٢٠٠٥م

الوقت	معدل الإستهلاك(م.و)	معدل درجة الحرارة(مْ)	معامل الإرتباط (r)

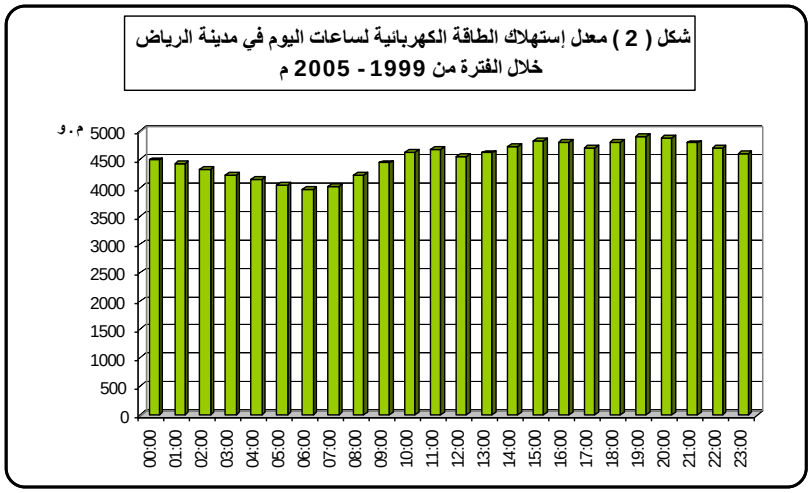
٠,٨١	٢٦,٠	٤٥٠٣,٥	٠٠:٠٠
٠,٨٤	٢٥,٢	٤٤٣٨,٧	٠١:٠٠
٠,٨٦	٢٤,٥	٤٣٤٨,٩	٠٢:٠٠
٠,٨٧	٢٣,٨	٤٢٣٥,١	٠٣:٠٠
٠,٨٧	٢٣,٢	٤١٥٦,٢	٠٤:٠٠
٠,٨٦	٢٢,٦	٤٠٧٣,٥	٠٥:٠٠
٠,٨٠	٢٢,٣	٣٩٩٥,٨	٠٦:٠٠
٠,٨٢	٢٣,٧	٤٠٣٨,١	٠٧:٠٠
٠,٨٤	٢٦,١	٤٢٤٣,٠	٠٨:٠٠
٠,٨٤	٢٨,٣	٤٤٥٢,٧	٠٩:٠٠
٠,٨٤	٣٠,٣	٤٦٣٣,٥	١٠:٠٠
٠,٨٣	٣٢,٠	٤٦٩٢,٩	١١:٠٠
٠,٨٠	٣٣,٤	٤٥٦٣,٩	١٢:٠٠
٠,٨١	٣٤,٤	٤٦٣١,٥	١٣:٠٠
٠,٨٢	٣٥,٠	٤٧٤٦,٧	١٤:٠٠
٠,٨٣	٣٥,١	٤٨٤٥,٩	١٥:٠٠
٠,٨١	٣٤,٤	٤٨١١,٦	١٦:٠٠
٠,٨١	٣٣,٤	٤٧١٦,٣	١٧:٠٠

١٨:٠٠	٤٨١٦,٤	٣٢,٥	٠,٧١
١٩:٠٠	٤٩١١,٢	٣٠,٧	٠,٧٥
٢٠:٠٠	٤٩٠١,٥	٢٩,٦	٠,٧٥
٢١:٠٠	٤٨٠٥,٦	٢٨,٦	٠,٧٦
٢٢:٠٠	٤٧٢٢,١	٢٧,٦	٠,٧٦
٢٣:٠٠	٤٦٠٩,٤	٢٦,٨	٠,٧٨
المتوسط الكلي	٤٥٦٤,٧	٢٨,٩	
معامل الإرتباط	**٠,٩٩**		

.المصدر من اعداد الباحثة اعتمادا على :الشركة السعودية الموحدة للكهرباءبالمنطقة الوسطى من عام ١٩٩٩_٢٠٠٥م



الذي ترتفع فيه درجات الحرارة مما يؤدي إلى زيادة استهلاك الطاقة لمواجهة الارتفاع الشديد للحرارة مما يتطلب تشغيل أجهزة التبريد المختلفة والتكييف . ويتضح من الجدول (٢) والشكل (٤) أن معدل الاستهلاك الشهري يزداد خلال أشهر فصل الصيف (يونيو – يوليو – أغسطس) نتيجة ارتفاع درجة حرارة الجو . ويبلغ معدل الاستهلاك خلال هذه الأشهر (٦١٧٤.ميجاوات) لشهر يونيو و (٦٢٤٦,١ ميجاوات) لشهر يوليو ، و (٦٣٤٠,٢ ميجاوات) لشهر أغسطس . وتبلغ درجة الحرارة في الأشهر الثلاثة (٣٧,٦°م) و (٣٩°م) و (٣٨,٨°م) على التوالي .



وغالباً ما تسجل درجات الحرارة العالية في شهري يوليو وأغسطس ، عندما تسافر كثير من العائلات المنطقة لقضاء العطلة خارج البلاد . (Barakat, E.H, 1997, P.3) . على سبيل

المثال في سنة ٢٠٠٥م ارتفعت درجة الحرارة إلى (٣٩°م) وبلغ الاستهلاك (٧٦٤٤ ميجاوات) في شهر يوليو وفي شهر أغسطس ارتفعت درجة الحرارة إلى (٣٩°م) ووصل الاستهلاك إلى (٧٦٠٨ ميجاوات) .

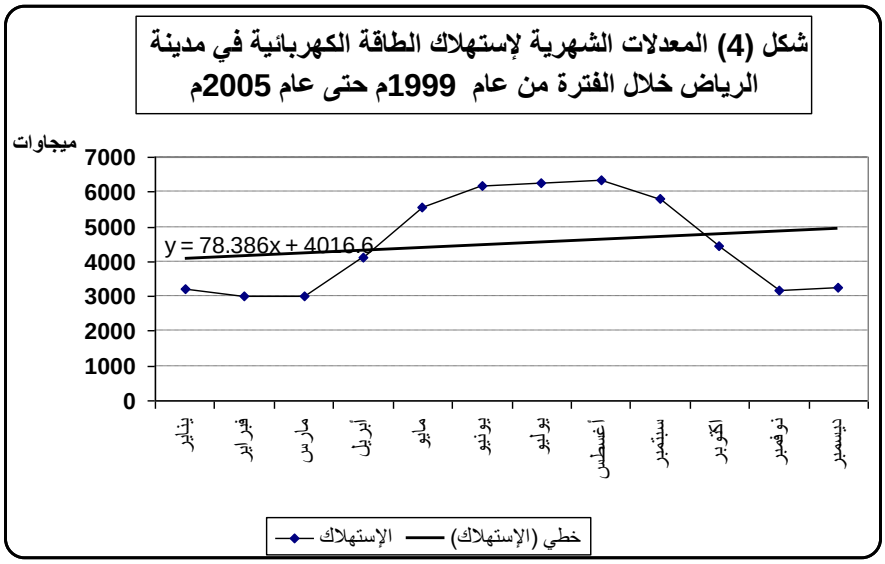
وتنخفض درجات الحرارة في أشهر فصل الشتاء حيث بلغ معدل درجة الحرارة في شهر ديسمبر (١٨,١°م) ويصل معدل الاستهلاك (٣٢٣٧,١ ميجاوات) وفي شهر يناير (١٦,٧°م) ، ويصل معدل الاستهلاك إلى (٣٢٢١,١ ميجاوات) كما يبلغ معدل درجة الحرارة في شهر فبراير (١٨,٧°م) ويصل معدل الاستهلاك إلى (٣٠٢٤,٤ ميجاوات) وقد يصل متوسط الاستهلاك إلى أقل من ذلك كما حدث في سنة ١٩٩٩م حيث وصل الاستهلاك (٢٣٠٠ ميجاوات) عند درجة الحرارة (٢٠°م) نتيجة البرودة خلال هذا الفصل وهبوب الرياح الشمالية الشرقية التي تجلب البرودة لمدينة الرياض . بعد ذلك يأخذ منحنى الاستهلاك بالانخفاض البسيط في شهر مارس فيصل معدل الاستهلاك للطاقة (٣٠٠٠,٣ ميجاوات) مع ارتفاع درجة الحرارة قليلاً إلى (٢٢,٩°م) ، وفي شهر أبريل يعاود منحنى الاستهلاك إلى الارتفاع التدريجي فيصل إلى (٤١١٥ ميجاوات) عند درجة الحرارة (٢٩,١°م) وفي شهر مايو (٥٥٤٦,٥ ميجاوات) عند درجة الحرارة (٣٤,٧°م) . ويعود الارتفاع التدريجي لمعدل استهلاكالطاقةودرجةالحرارة إلى أن فصل الربيع يمثل فترة انتقالية بين فصلي الشتاء والصيف فتعتدل فيه درجات الحرارة

جدول (٢) المعدلات الشهرية لإستهلاك الطاقة الكهربائية ودرجات الحرارة في مدينة الرياض خلال الفترة من عام ١٩٩٩م حتى عام ٢٠٠٥م

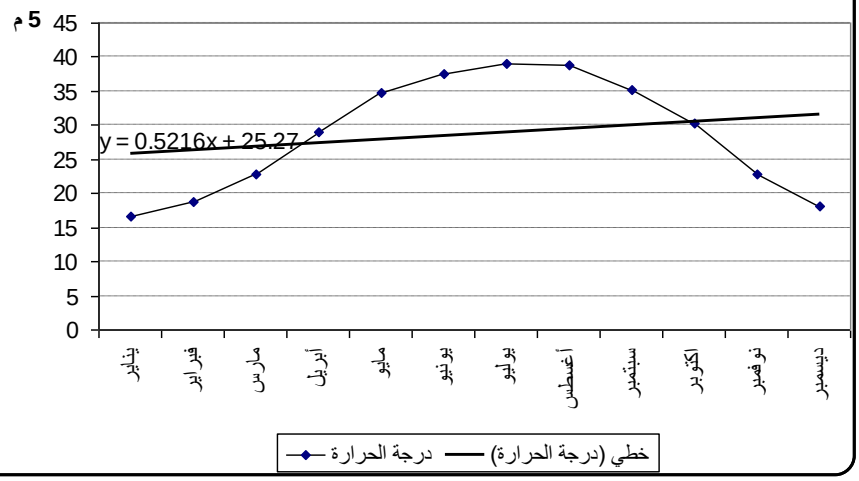
الشهر	معدل الاستهلاك(ميجاوات)	معدل درجة الحرارة(مْ)
يناير	٣٢٢١,٠٥	١٦,٦٨
فبراير	٣٠٢٤,٤٠	١٨,٦٦
مارس	٣٠٠٠,٣٠	٢٢,٩٠
أبريل	٤١١٥,٠٠	٢٩,١٠
مايو	٥٥٤٦,٤٨	٣٤,٧٤

يونيو	٦١٧٤,٦٠	٣٧,٥٨
يوليو	٦٢٤٦,٠٩	٣٩,٠٤
أغسطس	٦٣٤٠,٢١	٣٨,٨٢
سبتمبر	٥٧٩٩,٣٣	٣٥,١٦
اكتوبر	٤٤٤٢,٨٥	٣٠,١٨
نوفمبر	٣١٦٥,٤٨	٢٢,٩٠
ديسمبر	٣٢٣٧,١٠	١٨,١٥
المتوسط الشهري	٤٥٢٦,٠٨	٢٨,٦٦
الإنحراف المعياري	١٤٩٧,٩٥	٨,٢٣
معامل الإرتباط	٠,٨٦	

المصدر:من اعداد الباحثة اعتمادا على :الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى من عام ١٩٩٩-٢٠٠٥م



شكل (5) المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة في مدينة الرياض خلال الفترة من عام 1999م حتى عام 2005م



وتستمر في الاعتدال مع الارتفاع البسيط في الحرارة حتى يدخل فصل الصيف . ويستمر منحنى درجة الحرارة وقيم الاستهلاك بالارتفاع حتى يصل إلى أعلى قيمة له في شهر أغسطس (٦٣٤٠,٢ م.و) – من أشهر فصل الصيف – وعند درجة الحرارة (٣٨,٨°م) ، ويعزي ذلك إلى الارتفاع الشديد لدرجات الحرارة وحاجة الناس إلى التكييف والتبريد للتخفيف من الارتفاع الكبير في درجات الحرارة . ثم تهبط منحنيات درجة الحرارة وقيم الاستهلاك بصورة تدريجية حتى تصل إلى أقل قيمة لها خلال أشهر الشتاء الباردة . فلكل إنسان نطاق حراري يشعر به بالراحة فلا يشعر بالبرد أو الحر ويتراوح هذا النطاق ما بين ١٨ – ٢٤°م . وإذا انخفضت الحرارة عن ١٨°م فإنه يتطلب استخدام وسائل التدفئة لرفع درجة الحرارة والعكس إذا ارتفعت أكثر من ٢٤°م فإنه يتطلب وسائل تبريد لخفض الحرارة **(الأحيدب، ١٤٢٣هـ، ص ١٥)** .

وبإيجاد معامل الارتباط بين معدلات استهلاك الطاقة ودرجات الحرارة الشهرية يتبين وجود ارتباطاً موجباً قوياً (٠,٨٦) فيزداد الاستهلاك بارتفاع درجة الحرارة ويقل بانخفاضها خلال شهور العام.

ثالثاً : العلاقة بين استهلاك الطاقة الكهربائية في فصول السنة المختلفة ودرجات الحرارة :-

يختلف الطلب على الطاقة الكهربائية خلال فصول السنة المختلفة تبعاً لاختلاف درجات الحرارة .ومن الجدول (٣) يتبين أن أعلى استهلاك للطاقة الكهربائية في فصل الصيف (٦٢٥٣,٦ ميجاوات) حين يبلغ معدل درجة الحرارة (٣٨,٥°م) وتبعاً لذلك يزداد الاستهلاك خلال هذا الفصل لمواجهة الارتفاع الشديد للحرارة . يلي فصل الصيف فصل الخريف حيث يصل معدل استهلاك الطاقة إلى (٤٤٦٩,٢ ميجاوات) وتبلغ درجة الحرارة (٢٩,٤°م) حيث لا تزال

الأرض مشبعة بحرارة فصل الصيف والتي تقل تدريجياً في فصل الخريف حتى تنخفض تماماً وتبرد خلال فصل الشتاء .

جدول (٣) المعدلات الشهرية لإستهلاك الطاقة الكهربائية ودرجات الحرارة في فصول السنة في مدينة الرياض خلال الفترة من عام ١٩٩٩م حتى عام ٢٠٠٥م

الشهر	الإستهلاك	درجة الحرارة
ديسمبر	٣٢٣٧,١	١٨,١
يناير	٣٢٢١,١	١٦,٧
فبراير	٣٠٢٤,٤	١٨,٧
الشتاء	٣١٦٠,٩	١٧,٨
الإنحراف المعياري	٩٦,٧١	٠,٨٤
معامل الإرتباط	-٠,٦٥	

مارس	٣٠٠٠,٣	٢٢,٩

أبريل	٤١١٥,٠	٢٩,١
مايو	٥٥٤٦,٥	٣٤,٧
الربيع	٤٢٢٠,٦	٢٨,٩
الإنحراف المعياري	١٠٤٢,١٥	٤,٨٤
معامل الإرتباط	١,٠٠	

يونيو	٦١٧٤,٦	٣٧,٦
يوليو	٦٢٤٦,١	٣٩,٠
أغسطس	٦٣٤٠,٢	٣٨,٨
الصيف	٦٢٥٣,٦	٣٨,٥
الإنحراف المعياري	٦٧,٨٢	٠,٦٤
معامل الإرتباط	٠,٧٣	

سبتمبر	٥٧٩٩,٣	٣٥,٢
أكتوبر	٤٤٤٢,٩	٣٠,٢
نوفمبر	٣١٦٥,٥	٢٢,٩
الخريف	٤٤٦٩,٢	٢٩,٤
الإنحراف المعياري	١٠٧٥,٤٣	٥,٠٤

معامل الإرتباط	٠,٩٩

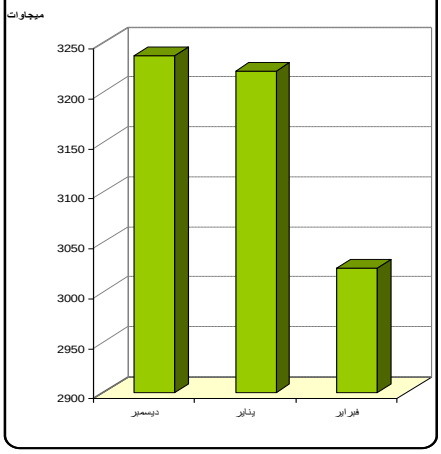
المصدر : من اعداد الباحثة اعتمادا على :الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى من عام ١٩٩٩-٢٠٠٥م

ولا تعزي جميع التغيرات الفصلية للاستهلاك للطقس فالإنارة تتغير حسب الفصل فالإنارة المستخدمة في المناطق التجارية في فصل الصيف لا تتم إنارتها الساعة ٩ مساء في بعض خطوط العرض . وفي الشتاء تفتح نفس الإنارة قبل السادسة مساءاً ، كما يتغير استخدام أنظمة الإنارة الداخلية في فصلي الصيف والشتاء كما أن درجة حرارة المياه الجوفية تتغير من الصيف إلى الشتاء بدرجات متفاوتة ، ولهذا فإن سخانات الماء تحتاج إلى رفع درجات الحرارة ، وهكذا فإن حمل سخانات الماء يزداد في فصل الشتاء . (willis, 1996, P10.) .

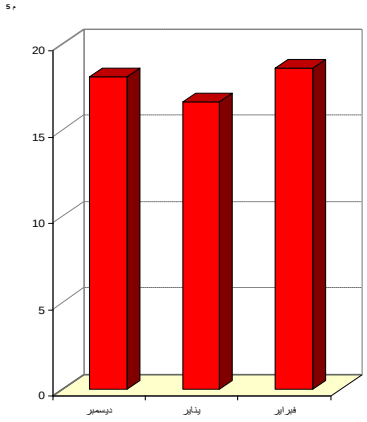
بعد ذلك يأتي فصل الربيع ، ويبلغ معدل استهلاك الطاقة فيه (٤٢٢٠,٦ ميجاوات) عند درجة الحرارة (٢٨,٩°م) . وأخيراً فصل الشتاء حيث تنخفض درجات الحرارة ويميل الجو إلى البرودة ؛ نتيجة تعامد الشمس على مدار الجدي (٢٣,٥°م) ويبلغ معدل استهلاك الطاقة فيه (٣١٦٠,٩ ميجاوات) وتبلغ درجة الحرارة (١٧,٨°م).

وبالنظر إلى الأشكال البيانية لدرجات الحرارة ومعدلات الاستهلاك لشهور فصول السنة المختلفة رقم (٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ ، ١١ ، ١٢ ، ١٣) يتضح أن فصل الصيف يستأثر بأعلى قيمة للاستهلاك وأعلى درجة حرارة خلال العام . وبإيجاد معامل الارتباط بين معدل درجة حرارة فصول السنة واستهلاك الطاقة الكهربائية يتضح وجود ارتباط (١,٠٠) لفصل الربيع ، (٠,٩٩) لفصل الخريف ، (٠,٧٣) لفصل الصيف ، مما يدل على وجود علاقة طردية بمعنى أن الاستهلاك يزداد بزيادة درجات الحرارة وينخفض بانخفاضها . أما فصل الشتاء فيتبين وجود ارتباط (– ٠,٦٥) مما يدل على وجود علاقة عكسية بمعنى أن الاستهلاك يزداد بانخفاض درجات الحرارة ويقل بارتفاعها .

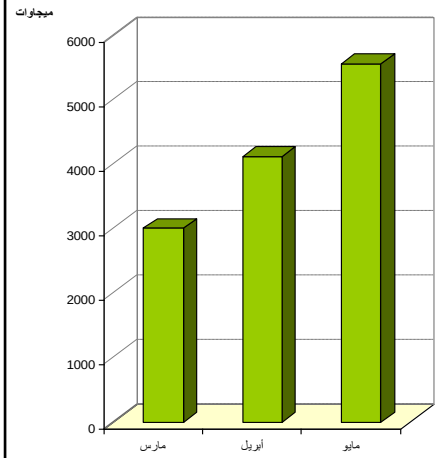
شكل (6) المعدلات الشهرية لإستهلاك الطاقة الكهربائية في فصل الشتاء في مدينة الرياض خلال الفترة من عام 1999م حتى عام 2005م



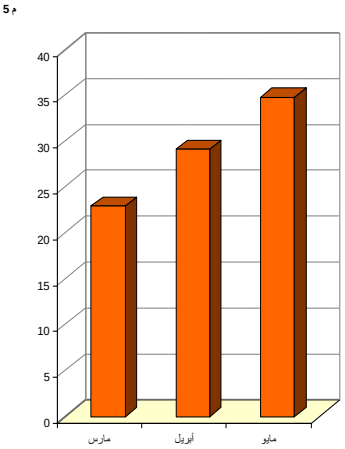
شكل (7) المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة في فصل الشتاء في مدينة الرياض خلال الفترة من عام 1999م حتى عام 2005م

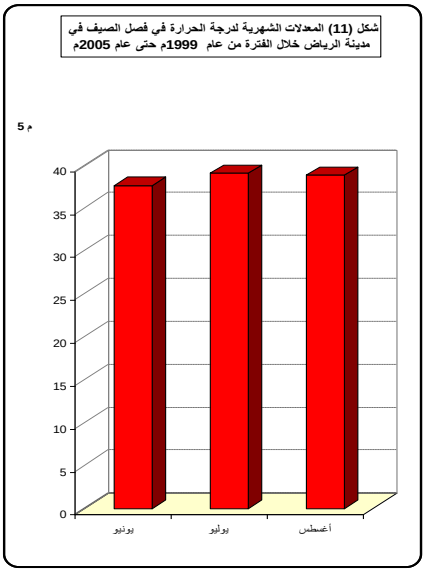


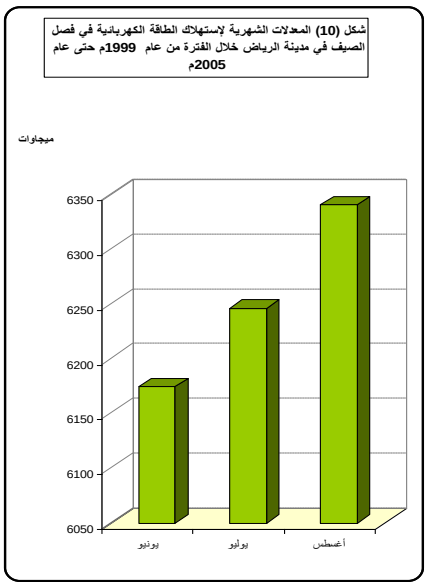
شكل (8) المعدلات الشهرية لإستهلاك الطاقة الكهربائية في فصل الربيع في مدينة الرياض خلال الفترة من عام 1999م حتى عام 2005م

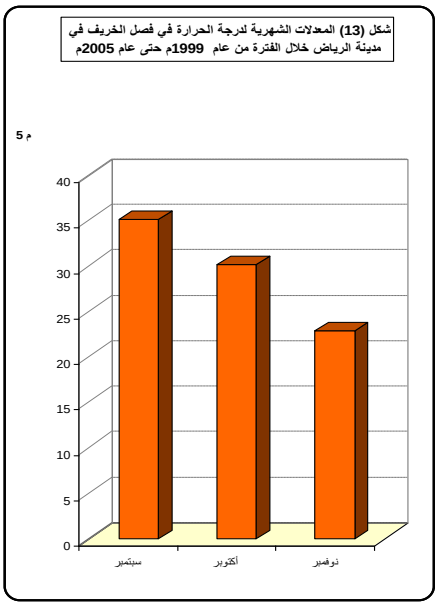


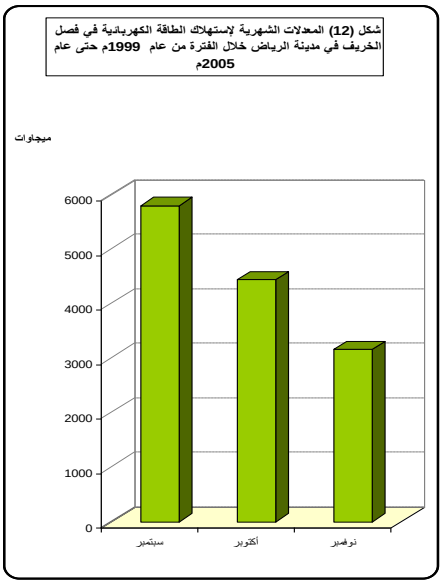
شكل (9) المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة في فصل الربيع في مدينة الرياض خلال الفترة من عام 1999م حتى عام 2005م











رابعاً : دراسة نمط الاستهلاك في بعض الأسابيع للطاقة الكهربائية :-

ولمعرفة نمط الاستهلاك الأسبوعي للطاقة الكهربائية تم اختيار أربعة أسابيع يتخللها فترات عمل وفترات إجازة وذلك خلال فصل الصيف من العام ٢٠٠٥م والأسابيع هي :

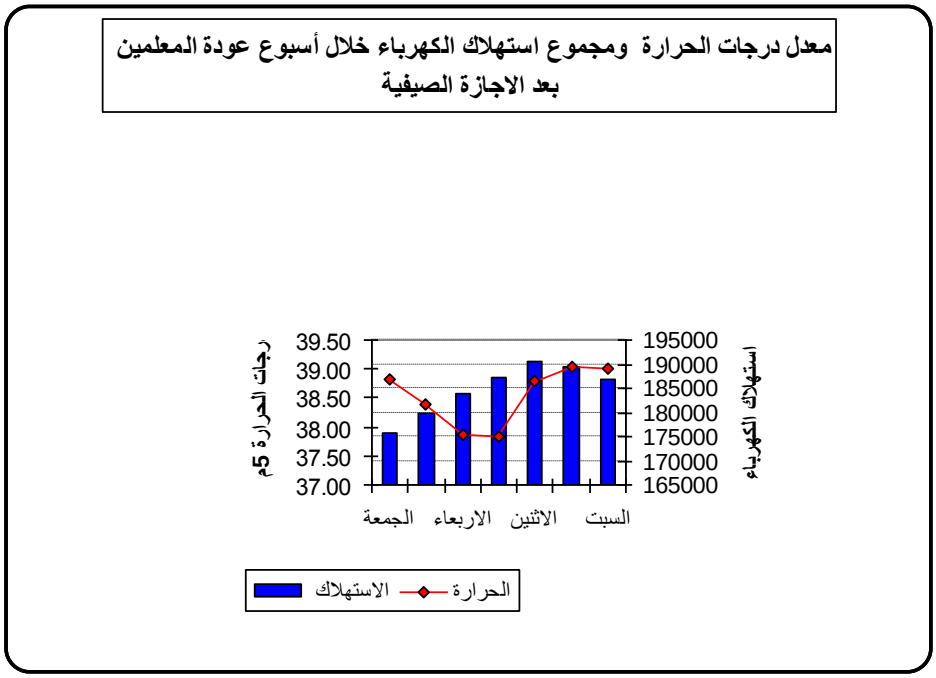
الأسبوع الأول قبل الاختبارات الفصل الثاني من يوم السبت(١٤٢٦/٤/٢٠هـ – ٢٠٠٥/٥/٢٨م).

الأسبوع الأول من اختبارات الفصل الثاني من يوم السبت (١٤٢٦/٤/٢٧هـ –٢٠٠٥/٦/٤م)

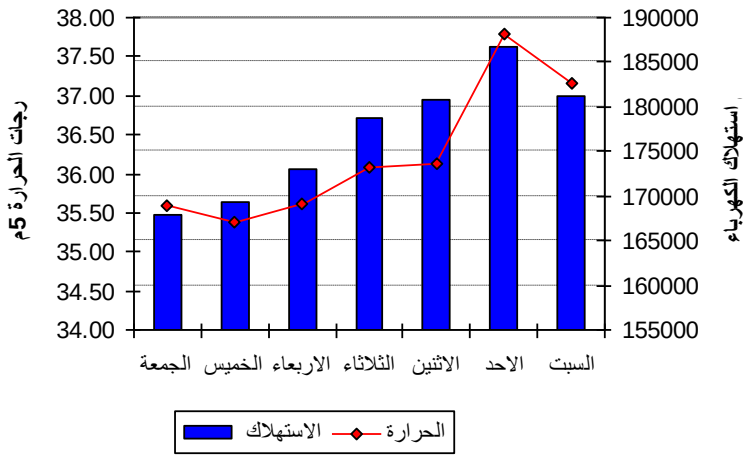
أول أسبوع من الإجازة الصيفية من يوم الأربعاء(١٤٢٦/٥/٩هـ –٢٠٠٥/٦/١٥م)

أسبوع عودة المدرسين من يوم السبت (١٤٢٦/٧/١٥هـ –٢٠٠٥/٨/٢٠م)

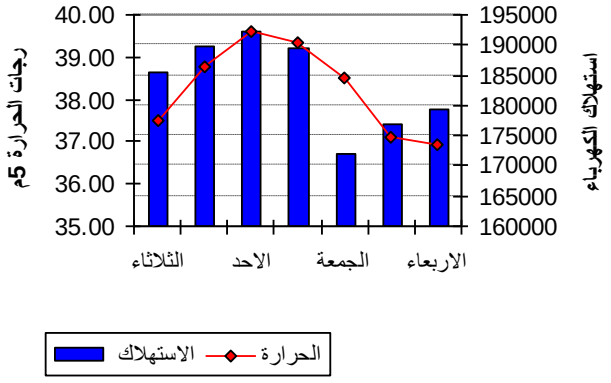
وبالنظر إلى الشكل (١٤) الذي يبين معدل الاستهلاك ودرجات الحرارة في الأسبوع الأول قبل الاختبارات(ف٢)وهي فترة الاستعداد للاختبارات يتضح أن منحنى الاستهلاك يصل إلى أعلى قيمة له في يوم الاثنين (١٨٠٨٣٤ ميجاوات) وعند درجة الحرارة (١٣ و ٣٦ درجة مئوية)وتصل أقل قيمة للاستهلاك في يوم الجمعة (١٦٧٨١٧ ميجاوات)عند درجة الحرارة (٥٨ و ٣٥ درجة مئوية)أما الأسبوع الأول من الاختبارات(ف٢) الشكل (١٥) والذي يتزامن مع خروج نسبة كبيرة من السكان من مساكنهم للعمل والدراسة فيصل الاستهلاك إلى أعلى قيمة له في يوم الاثنين (١٩٤٥٦٥ ميجاوات)وعند درجة الحرارة ٨٨ و٣٨ درجة مئوية) أما أقل قيمة فتصل إلى(١٧٨٩٠٥ ميجاوات) عند درجة الحرارة (٦٧ و٣٧ درجة مئوية)وذلك يوم الجمعة .أما الأسبوع الأول من الأجازة الصيفية الشكل (١٦) فتصل أعلى قيمة للاستهلاك في يوم الأربعاء (١٩٢٣٩٠ميجاوات) عند درجة الحرارة (٦٣ و ٣٩ درجة مئوية) حيث يرتفع الاستهلاك نهاية الأسبوع تزامناً مع حفلات الأعراس أو الزيارات العائلية. أما أسبوع عودة المدرسين الشكل (١٧) فتصل أعلى قيمة للاستهلاك في يوم الاثنين (١٩٠٤٠٨ ميجاوات)عند درجة الحرارة(٧٩ و٣٨ درجة مئوية)حيث يعود النشاط السكاني إلى العمل وتصبح الحاجة ماسة لتشغيل الأجهزة المختلفة أما أقل قيمة للاستهلاك فتصل إلى (١٧٥٧٢٦ م)في يوم الجمعة عند درجة الحرارة(٨٣ و ٣٨ درجة مئوية) يتبين مما سبق أن ذروة الاستهلاك اليومي تكون في منتصف الأسبوع أما في الأسبوع الأول من

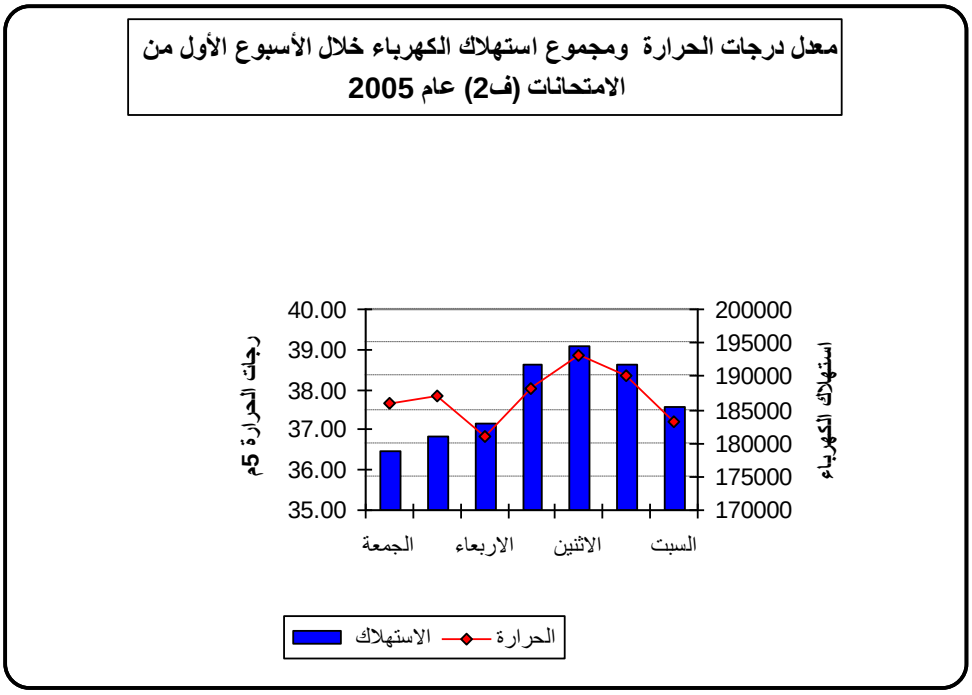


معدل درجات الحرارة ومجموع استهلاك الكهرباء خلال الأسبوع الأول قبل الاختبارات عام 2005م



معدل درجات الحرارة ومجموع استهلاك الكهرباء خلال أول أسبوع من الاجازة الصيفية عام 2005م





الصيفية فتكون ذروة الاستهلاك في نهاية الأسبوع حيث يتزامن مع أوقات الخروج والزيارات العائلية أو لكثرة الأفراح والمناسبات أما أقل قيمة للاستهلاك في جميع الأسابيع الأربعة فتتركز في يوم الجمعة لاختلاف طبيعة النشاط السكاني فيه عن بقية أيام الأسبوع .ومن البيانات اليومية للاستهلاك ودرجات الحرارة لعام ٢٠٠٥م

يتبين مما سبق أن أعلى حمل في جميع أيام الأسبوع الأربعة يسجل عند الساعة الثالثة ظهرا وهي الساعة التي ترتفع فيها درجة الحرارة وتغلق المحلات والأعمال التجارية وتصبح الحاجة ماسة إلى التكييف وأقل استهلاك يسجل عند الساعة السادسة مساء ويمكن أن يتبين من الجدول التالي :

جدول(٤) مقارنة بيانات الاستهلاك الكهربائي خلال الأسابيع الأربعة

الفترة	أعلى استهلاك (ميجاوات)	ساعة الحدوث	متوسط درجة الحرارة (مْ)	أقل استهلاك (ميجاوات)	ساعة الحدوث	متوسط درجة الحرارة(مْ)
الأسبوع الأول قبل الاختبارات	٨٦٤٩	١٥و٠٠	٤٤	٦٢٠٠	١٨و٠٠	٢٩
الأسبوع		١٥و٠٠	٤٤	٦٦٢٧	١٨و٠٠	٣١

الأول من الاختبارات	٩٠٧٢					
أول أسبوع من الإجازة الصيفية	٨٨٠١	١٥و٠٠	٤٧	٦٥٦٤	١٨و٠٠	٢٩
أسبوع عودة المعلمين بعد الإجازة	٨٧٤٦	١٥و٠٠	٤٦	٦٦٩٦	١٨و٠٠	٣٢

المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على: الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى من عام ١٩٩٩-٢٠٠٥م

من الجدول يتضح أن ذروة الاستهلاك في الأسابيع السابقة وانخفاضه مرتبطة بارتفاع درجات الحرارة وانخفاضها.

ولمعرفة العلاقة بين استهلاك الطاقة ودرجة الحرارة في الأسابيع الأربعة وباستخدام معامل ارتباط بيرسون كانت النتائج على النحو التالي:

بلغ معامل الارتباط مع الأسبوع الأول قبل الاختبارات(٦٩و٠) ومع الأسبوع الأول من الاختبارات (٧٠و٠) ومع أول أسبوع من الإجازة الصيفية(٦٦و٠) ومع أسبوع عودة المدرسين بعد الإجازة الصيفية (٨١و٠) .مما سبق يتضح أن أعلى معامل ارتباط كان في أسبوع عودة المعلمين بعد الإجازة الصيفية.

خامساً:الأحمال القصوى(الذروية) والأحمال الدنيا خلال فصول السنة:

تتأثر الأحمال بمجموعة من العوامل البيئية مثل المناخ كدرجة الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح واتجاه الرياح والمطر والضباب والثلج والسحاب إلا أن تغير درجة الحرارة يعد الأكثر تأثيراً على الأحمال ويعود ذلك إلى أن أي تغير في درجة الحرارة يؤدي إلى تغير مباشر في استهلاك الطاقة بتدفئة أو تبريد وبالإضافة إلى العوامل السابقة هناك عوامل عشوائية قد تؤثر على الأحمال مثل أحداث المباريات الرياضية الكبرى والبرامج التلفازية والجبهات الباردة والجبهات الساخنة . (Saudi Electricity company, 2004, P 8-10) .

ولذلك تنشأ أحمال ذروية وأحمال دنيا تبعاً لارتفاع وانخفاض درجات الحرارة وحاجة الناس إلى أجهزة التبريد والتدفئة .

وفيما يلي عرض للأحمال القصوى والدنيا خلال فصول السنة المختلفة للفترة من ١٩٩٩ – ٢٠٠٥م .

فصل الشتاء (ديسمبر – يناير – فبراير) :-

تتفاوت درجات الحرارة في فصل الشتاء بين اليابس والماء وتنخفض درجة الحرارة على اليابس انخفاضاً شديداً ويميل الجو إلى البرودة الشديدة ؛ نتيجة تعامد الشمسي على مدار الجدي (٢٣,٥°م) وتأثر المنطقة بالكتلة الهوائية القارية ، كما تهب الرياح الشمالية الشرقية التي تجلب البرد لمدينة الرياض خلال هذا الفصل . ويبلغ معدل درجة الحرارة في فصل الشتاء (١٨°م) ، وقد يزيد إلى (٣٥°م) ، وقد يقل إلى (٤°م) . **(الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى ، بيانات الأحمال ودرجات الحرارة اليومية ،١٩٩٩ – ٢٠٠٥م) .**

ويبلغ أعلى استهلاك خلال هذا الفصل في عام ٢٠٠٥م (٥٧٩٦ م.و) في يوم ١٢ يناير الموافق ٢ ذو الحجة ١٤٢٥هـ عند الساعة السادسة مساءً ويعزي ارتفاع الاستهلاك في هذا الفصل إلى حاجة الناس إلى التدفئة والتكييف الدافئ وسخانات المياه مما يؤدي بالتالي إلى ارتفاع استهلاك الكهرباء . وبلغت أقصى درجة حرارة خلال العام ٢٠٠٢م ، ٢٠٠٣م ، ٢٠٠٥م (٣٥°م) لكل منهم .

وتمتاز درجات الحرارة القصوى واستهلاك الطاقة بالتدرج بالارتفاع حتى عام ٢٠٠٥م . كما بلغ أدنى استهلاك للطاقة الكهربائية في عام ١٩٩٩م (١٥٧٢م.و) في يوم ٢٠ يناير الموافق ٣ شوال ١٤١٩هـ عند الساعة الرابعة فجراً بينما بلغت أدنى درجات الحرارة خلال العام ٢٠٠١م (٤°م) في يوم ١٨ يناير الموافق ٢٤ شوال ١٤٢١هـ عند الساعة السادسة مساءً . **(الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى ، بيانات الأحمال ودرجات الحرارة اليومية ، ١٩٩٩–٢٠٠٥م)** لذلك فإن الطلب الذروي على الطاقة عادة ما يبدأ في فصل الشتاء عند الساعة السادسة مساءً . **(الخطيب ، ١٩٨٦م ، ص١٢٥)** .

جدول (٥): الأحمال القصوى والدنيا خلال فصول السنة في مدينة الرياض للفترة من (١٩٩٩ – ٢٠٠٥م)

الفصل	الأحمال		تاريخ حدوثه بالهجري	تاريخ حدوثه	ساعة حدوثه

				بالميلادي	
الشتاء	أقصى حمل	٥٧٩٦ م.و	الأربعاء ٢ ذو الحجة ١٤٢٥هـ	١٢ يناير ٢٠٠٥م	السادسة مساءً
	أدنى حمل	١٥٧٢ م.و	الأربعاء ٣ شوال ١٤١٩هـ	٢٠ يناير ٢٠٠٥م	الرابعة فجراً
الربيع	أقصى حمل	٦٨٥٣ م.و	الأحد ٢١ ربيع الآخر ١٤٢٦هـ	٢٩ مايو ٢٠٠٥م	الثالثة والربع ظهراً
	أدنى حمل	١٥٦٩ م.و	السبت ٣ ذو الحجة ١٤١٩هـ	٢٠ مارس ١٩٩٩م	الرابعة فجراً
الصيف	أقصى حمل	٩٠٧٢ م.و	الاثنين ٢٩ ربيع الآخر ١٤٢٦هـ	٦ يونيو ٢٠٠٥م	الثالثة عصراً
	أدنى حمل	٤٠٨٠ م.و	الجمعة ١٩ ربيع أول ١٤٢٠هـ	٢ يوليو ١٩٩٩م	الثانية عشر ظهراً
الخريف	أقصى حمل	٨٨١٨ م.و	السبت ٢٩ رجب ١٤٢٦هـ	٣ سبتمبر ٢٠٠٥م	الثالثة والربع ظهراً
	أدنى حمل	١٦٧١ م.و	السبت ١٢ شعبان ١٤٢٠هـ	٢٠ نوفمبر ١٩٩٩م	الرابعة فجراً

المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى من عام ١٩٩٩-٢٠٠٥ م

فصل الربيع (مارس – أبريل – مايو) :-

يمتاز فصل الربيع باعتدال أحواله الجوية وهو يمثل فترة انتقالية بين فصلي الشتاء والصيف ويبلغ متوسط درجة الحرارة فيه (٢٩°م) وقد تزيد إلى (٤٧°م) وقد تقل إلى (٨°م) . **(الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى ، بيانات الأحمال ودرجات الحرارة اليومية ،١٩٩٩ – ٢**

جدول (٦) أقصى وأدنى درجة حرارة خلال فصول السنة في مدينة الرياض للفترة ١٩٩٩-٢٠٠٥م

	الشتاء		الربيع		الصيف		الخريف	
	أقصى حرارة	أدنى حرارة	أقصى حرارة	أدنى حرارة	أقصى حرارة	أدنى حرارة	أقصى حرارة	أدنى حرارة
عام ١٩٩٩	٣٤	٧	٤٥	١٢	٤٨	٢٦	٤٧	٩
عام ٢٠٠٠	٣٣	٥	٤٧	٨	٤٩	٢٧	٤٥	١٢
عام ٢٠٠١	٣٣	٤	٤٦	١٠	٥٠	٢٥	٤٧	١٠
عام ٢٠٠٢	٣٥	٦	٤٧	١١	٤٩	٢٨	٤٥	١٣
عام ٢٠٠٣	٣٥	٥	٤٥	١١	٤٩	٢٩	٤٧	١٤
عام ٢٠٠٤	٣١	٥	٤٦	١٣	٤٩	٢٨	٤٥	١٠
عام ٢٠٠٥	٣٥	٨	٤٥	١٣	٥٠	٢٨	٤٦	١٤

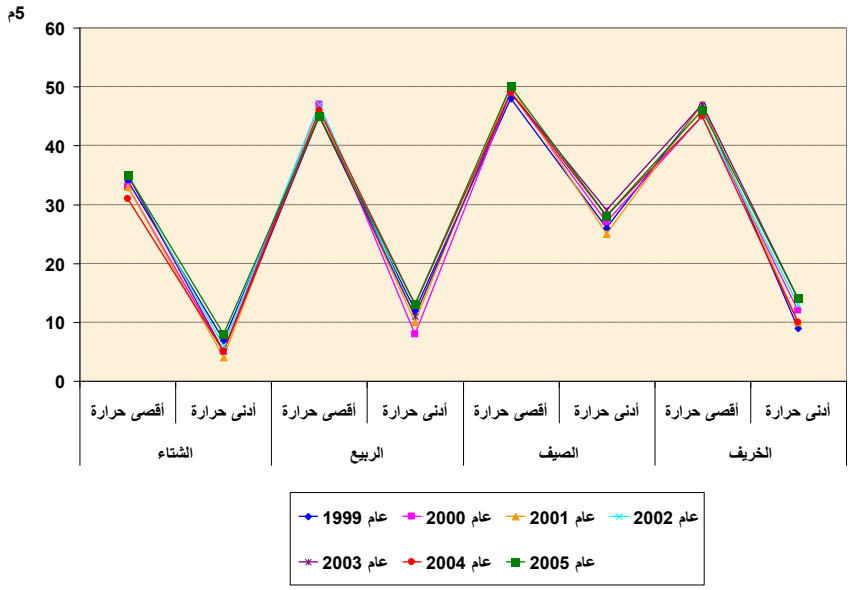
المصدر: من اعداد الباحثة اعتمادا على : الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى من عام ١٩٩٩-٢٠٠٥م

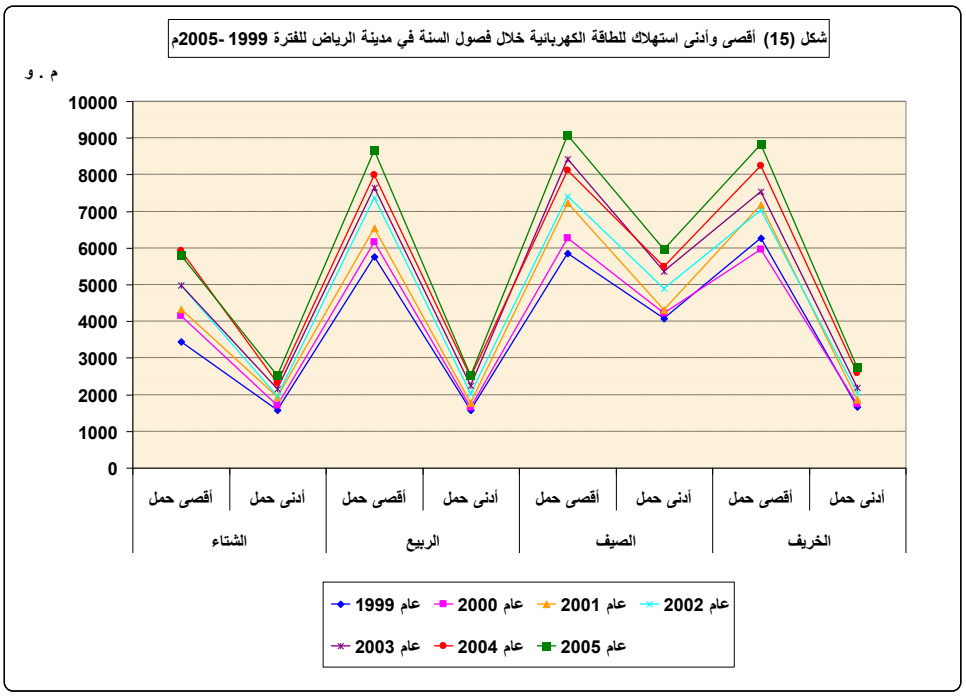
جدول (٧) أقصى وأدنى استهلاك للطاقة الكهربائية خلال فصول السنة في مدينة الرياض للفترة ١٩٩٩-٢٠٠٥م

	الشتاء		الربيع		الصيف		الخريف	
	أقصى حمل	أدنى حمل	أقصى حمل	أدنى حمل	أقصى حمل	أدنى حمل	أقصى حمل	أدنى حمل
عام ١٩٩٩	٣٤٤٨	١٥٧٢	٥٧٦٧	١٥٦٩	٥٨٥٠	٤٠٨٠	٦٢٧٣	١٦٧١
عام ٢٠٠٠	٤١٤٠	١٦٩٤	٦١٦١	١٦٤٣	٦٢٦٤	٤٢١٢	٥٩٦٣	١٧٣١

عام ٢٠٠١	٤٣٣٤	١٩٣١	٦٥٤٧	١٧٦٧	٧٢٢٠	٤٣٠٨	٧١٧١	١٨٦٧
عام ٢٠٠٢	٤٩٨٤	١٩٦٠	٧٣٧٥	٢٠٢١	٧٤١٥	٤٨٩٨	٧٠٣٢	٢٠٣٩
عام ٢٠٠٣	٤٩٧٨	٢١٥٢	٧٦٣٩	٢٢٤٦	٨٤١٥	٥٣٦٩	٧٥٣٧	٢١٩٩
عام ٢٠٠٤	٥٩٢٨	٢٣١٢	٧٩٨٢	٢٤٧٣	٨١٠٧	٥٤٩٥	٨٢٤٠	٢٥٨٢
عام ٢٠٠٥	٥٧٩٦	٢٥١٧	٨٦٥٣	٢٥١٥	٩٠٧٢	٥٩٥٧	٨٨١٨	٢٧٣٦

شكل (14) أقصى وأدنى درجات حرارة خلال فصول السنة في مدينة الرياض للفترة 1999 -2005م





ويتبين من الجدولين (٦) و٧) والشكلين ١٨) و(١٩) أن أعلى قيمة لاستهلاك الطاقة تتمثل في عام ٢٠٠٥م فيصل إلى (٦٨٥٣ ميجاوات) في يوم ٢٩ مايو الموافق ٢١ ربيع الآخر ١٤٢٦هـ عند الساعة الثالثة والربع ظهراً . وتبلغ أعلى قيمة لدرجة الحرارة في عام ٢٠٠٠م و ٢٠٠٢م (٤٧°م) في منتصف شهر مايو عند الساعة ما بين الواحدة ظهراً والثالثة ظهراً . كما يبلغ أدنى قيمة للاستهلاك في عام ١٩٩٩م (١٥٦٩ ميجاوات) في ٢٠ مارس الموافق ٣ ذو الحجة ١٤١٩هـ عند الساعة الرابعة فجراً ، كما بلغت أدنى درجة حرارة عام ٢٠٠٠م (٨°م) في يوم ٣ مارس الموافق ٢٧ ذو القعدة ١٤٢١هـ عند الساعة الخامسة صباحاً .

فصل الصيف (يونيو – يوليو – أغسطس) :-

ترتفع درجات الحرارة خلال هذا الفصل ؛ نتيجة تعامد الشمس على مدار السرطان (٢٣,٥°م) شمالاً وسيادة منخفض السودان الموسمي الذي يتركز في شرق أفريقيا بسبب الحرارة الشديدة على اليابس . ويبلغ متوسط درجة الحرارة خلال هذا الفصل (٣٩°م) ، وقد تزيد إلى (٥٠°م) وقد تنقص إلى (٢٦°م). **(الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى ، بيانات الأحمال ودرجات الحرارة اليومية ، ١٩٩٩ – ٢٠٠٥م) .**

ويتبين من الجدولين (٦) و(٧) والشكلين (١٨) و(١٩) أن أعلى قيم الاستهلاك من الطاقة الكهربائية ودرجات الحرارة تتركز في فصل الصيف . وبلغ أعلى استهلاك للطاقة خلال فترة ٧ سنوات من عام ١٩٩٩ – ٢٠٠٥م في عام ٢٠٠٥م حيث وصل إلى (٩٠٧٢ ميجاوات) في يوم ٦ يونيو الموافق ٢٩ جماد الثاني ١٤٢٦هـ عند الساعة الثالثة ظهراً . كما أن أعلى قيم درجات الحرارة تتركز في فصل الصيف حيث بلغت أقصى درجة حرارة في عام ٢٠٠١م في يوم

١٤ أغسطس الموافق ٢٥ جماد الأولى ١٤٢٢هـ عند الساعة الواحدة ظهراً كما بلغت أيضاً في عام ٢٠٠٥م (٥٠°م) ، في يوم ٢٢ يوليو الموافق ١٦ جماد الثاني ١٤٢٦هـ عند الساعة الثانية بعد الظهر .

ويلحظ أن قيم الاستهلاك ودرجات الحرارة تتدرج بالارتفاع من عام ١٩٩٩م حتى عام ٢٠٠٥م ، ويعد ارتفاع درجات الحرارة سبباً في زيادة استهلاك الطاقة الكهربائية في أشهر الصيف عن بقية أشهر السنة ، نتيجة لزيادة تشغيل أجهزة التبريد والتكييف نظراً لما يتطلبه جو المملكة والمنطقة الوسطى . خاصة في فصل الصيف إلى زيادة وحدات التكييف داخل المباني .

ولا يستمر الحمل الذروي سوى سويعات محدودة تكثف من شأنها الجهود لتوفير محطات توليد لتعزيز الشبكات المطلوبة خلال العام لمواجهة الطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية في تلك الساعات . ثم يتلاشى الحمل لتصبح بعدها قدرات التوليد والشبكات فائضة عن الحاجة . **(بركات ، عبد العال ، ١٩٨٦م، ص ٣)** .

وبالنظر إلى أدنى استهلاك سجل خلال هذا الفصل يتبين أنه وصل في عام ١٩٩٩م وبلغ (٤٠٨٠ ميجاوات) في يوم ٢ يوليو الموافق ١٩ ربيع أول ١٤٢٠هـ عند الساعة الثانية عشرة ظهراً وبلغت أدنى درجة حرارة خلال هذا الفصل (٢٦°م) في يوم ٣ يونيو الموافق ١٩ صفر ١٤٢٠هـ عند الساعة السادسة صباحاً .

ويلحظ أيضاً أن أدنى استهلاك من الطاقة ودرجة الحرارة تتدرج بالارتفاع من عام ١٩٩٩م حتى عام ٢٠٠٥م .

فصل الخريف (سبتمبر – أكتوبر – نوفمبر) :-

تميل درجة الحرارة خلال هذا الفصل إلى البرودة قليلاً كما كانت عليه في فصل الصيف استعداداً للدخول في فصل الشتاء .

ويبلغ معدل درجة الحرارة خلال هذا الفصل (٣٠°م) وقد تزيد إلى (٤٧°م) وقد تنقص إلى (٩°م) . **(الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى ، بيانات الأحمال ودرجات الحرارة اليومية ، ١٩٩٩– ٢٠٠٥م)** .

ويتبين من الجدولين (٦) و(٧) والشكلين (١٨) و(١٩) أن أعلى قيمة استهلاك للطاقة خلال الفصل في عام ٢٠٠٥م (٨٨١٨ ميجاوات) في يوم ٣ سبتمبر الموافق ٢٩ رجب ١٤٢٦هـ . عند الساعة الثالثة والربع ظهراً ويتوافق هذا اليوم مع الإجازة الصيفية وأقصى قيمة لدرجة الحرارة في عام ١٩٩٩ و ٢٠٠١ و ٢٠٠٣م . في بداية شهر سبتمبر بين الساعة الثانية ظهراً والثالثة ظهراً .

وتبلغ أدنى قيمة لاستهلاك الطاقة في عام ١٩٩٩م (١٦٧١ ميجاوات) في يوم ٣٠ نوفمبر الموافق ١٢ شعبان ١٤٢٠هـ عند الساعة الرابعة فجراً . بينما تبلغ أدنى قيمة لدرجة الحرارة (٩°م) في يوم ٣٠ نوفمبر الموافق ٢٢ شعبان ١٤٢٠هـ . عند الساعة السابعة صباحاً .

مما سبق يتضح أن الأحمال الذروية غالباً ما تحدث في فصل الشتاء في الساعة السادسة مساءً نتيجة غياب أشعة الشمس وما يتبعه من انخفاض في درجات الحرارة فتصبح حاجة الناس إلى وسائل التدفئة ماسة جداً بينما تسجل الأحمال الدنيا عادة عند الساعة الرابعة فجراً حيث تخف أحمال الإنارة والناس لازالوا يخلدون إلى النوم في منازلهم . كما يتضح أن الأحمال الذروية تسجل عادة في فصل الصيف عند الساعة الثالثة والربع ظهراً حيث تشتد درجة الحرارة فتشأ حاجة الناس إلى وسائل التبريد والتكييف بينما تسجل الأحمال الدنيا في الساعة الثانية عشرة ظهراً .

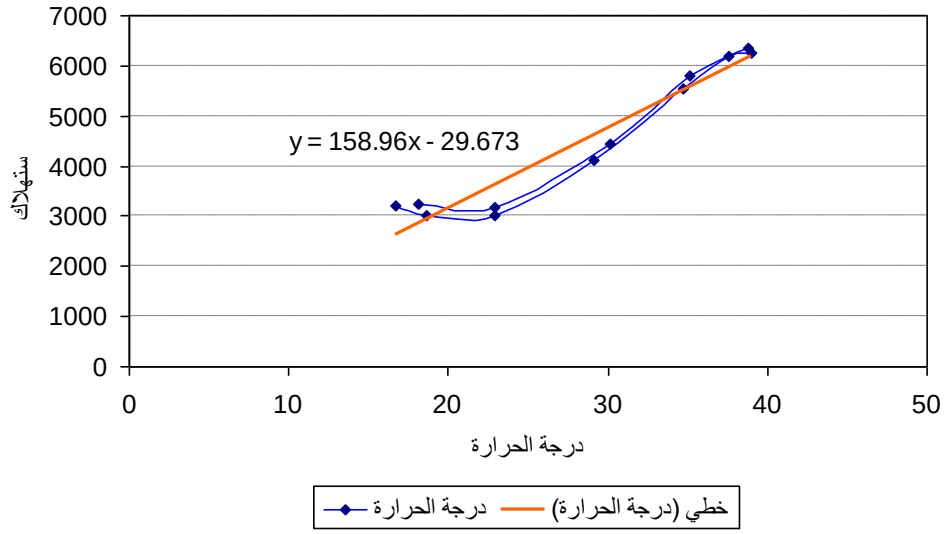
أما في فصلي الربيع والخريف فقد سجلت الأحمال القصوى ذروتها عند الساعة الثالثة والربع ظهراً كما سجلت الأحمال الدنيا عند الساعة الرابعة فجراً .

وعلى كل حال فإن ساعات الذروة والأحمال الدنيا التي لا تستمر سوى سويعات محدودة تعتمد على الممارسات المألوفة لدى الناس وحاجتهم المتنوعة سواء في النوم أو العمل أو الأكل أو مشاهدة التلفاز . أو استخدام الشبكة العنكبوتية كما تتأثر بالإعلان التجاري والصناعي . (Saudi Electricity Company, 2004,P7) .

سادسا : التنبؤ بكميات الاستهلاك :

وباستخدام معادلة الانحدار البسيط simple regression لدراسة التوقع والتنبؤ بتغير المتغير التابع وهو استهلاك الكهرباء في ضوء معرفة التغيرات في المتغير المستقل وهو درجة الحرارة وباستخدام المعادلة الناتجة يمكن الخروج بتنبؤ بكميات استهلالك الكهرباء في السنوات التالية حيث كانت النتائج على النحو التالي : (انظر الملحق) فيتضح كميات الاستهلاك المتوقعة في ظل زيادة درجات الحرارة مما يعكس الارتباط الشديد بين درجات الحرارة والاستهلاك .

شكل (5) المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة واستهلاك الكهرباء وخط الانحدار العام في مدينة الرياض خلال الفترة من عام 1999م حتى عام 2005م



الخاتمـــة

أتضح من دراسة العلاقة بين درجة الحرارة واستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الرياض خلال الفترة ١٩٩٩ – ٢٠٠٥م الآتي :-

- تبين من الدراسة دور الحرارة الفعال في اختلاف استهلاك الطاقة الكهربائية خلال ساعات اليوم وأشهر وفصول السنة المختلفة . كما تبين وجود ارتباطاً قوياً بين الاستهلاك اليومي ودرجات الحرارة لساعات اليوم وأشهر العام.
- من دراسة العلاقة بين الاستهلاك ودرجات الحرارة خلال فترة الدراسة أن الساعة الثالثة ظهرا تمثل قمة الاستهلاك خلال اليوم وأن الساعة السادسة مساء تمثل قاع الاستهلاك.
- تبين اختلاف قوة العلاقة بين الاستهلاك ودرجات الحرارة خلال أيام العمل وأيام الإجازات ويصل أعلى معامل ارتباط بين الاستهلاك ودرجة الحرارة في أسبوع عودة المدرسين بعد الإجازة إلى (٨١ و ٠)والذي يتزامن مع بداية يوم ١٤٢٦/٧/١٥هـ – ٢٠٠٥/٨/٢٠م.
- تبين من الدراسة أنه من الممكن التوقعؤ بكميات الاستهلاك في السنة التالية حيث يزداد الاستهلاك بزيادة درجات الحرارة درجة واحدة مئوية.
- .

مما سبق نخرج بالتوصيات التالية :-

- نظراً لأهمية الطاقة الكهربائية ودورها الهام في الأنشطة البشرية المختلفة لكون استهلاك الكهرباء يتأثر بحرارة الجو فيصبح من الضرورة بمكان الاهتمام بالبنية العمرانية من حيث شكل المبنى ولونه واتجاهه واتخاذ العوازل لعزل المبنى عن حرارة الشمس الشديدة مما يساعد على استقرار الطلب على الطاقة الكهربائية صيفاً وشتاءً .
- توعية الأفراد والمؤسسات بأهمية الطاقة الكهربائية والمحافظة عليها بترشيد استهلاكها .
- يقع على عاتق المهندسين بكافة تخصصاتهم جزءاً كبيراً من المسئولية من حيث اتخاذ الإجراءات الكفيلة لتقليل آثار الظروف الحرارية في المدن .
- دعم الأبحاث والدراسات المناخية التطبيقية لأهمية هذا النوع من الدراسات لكافة أوجه النشاط الاقتصادي والسكاني .

المراجع والمصادر العربية

- الأحيدب، إبراهيم سليمان، (١٤٢٣هـ)، الخصائص الحرارية لمدينة الرياض، الندوة السابعة لأقسام الجغرافيا، جامعة الأمام محمد بن سعود الإسلامية، ص ١٩.
- الخطيب، فاروق صالح، (١٩٨٦م)، اقتصاديات تنمية الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية، مركز النشر العلمي، جامعة الملك عبد العزيز، جدة، ص ١٢٥.
- الشركة السعودية الموحدة للكهرباء، (١٤١٨هـ)، تقرير غير منشور، ص ٣٢.
- الشركة السعودية الموحدة للكهرباء، (د . ت)، بيانات غير منشورة.
- الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، (١٤٢٦هـ)، المناخ الاستثماري في مدينة الرياض، ص ١٨.
- بركات، الحاج حسين، لطفي عبد العال، نجيب، (١٩٨٦م)، تحليل العوامل المؤثرة على الأحمال القصوى لشبكة مدينة الرياض، ندوة العزل الحراري وفوائده في توفير الطاقة الكهربائية على المستهلك أو المنتج، ص ٣

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ,صورة القمر الصناعي ايكونس.

المراجع الأجنبية

- http: // www. Arriyadh. Com/ Researches/ index. asp.

- Barakat, E, H, AQasem, J.M., (1997), Methodology For weekly Load Forecasting, P .3.

- Nassar, B.M.Shafiit.A.M, Electrical Engineering Dictionary, Librairie du Liban, Reviewed by Anwar Mahmoud Abd-el-wahed.

- Owayedh, M.S. Bassam-A.A.AL, Khan, Z.R. Identification of Temperature and Social Events Effects an weekly Demand behavior, Saudi Consolidated Electric ,Company-From System Control Dept. P1.

- Saudi Electricity Company Consolidated transmission Area system Operation, and Control, Central Operating Area 2004, Demand Forecast. P8 – 10.

- Willis, H. Lee, 1996, Spatial Electric Load Forecasting, Electronics Series, P10-P78.

الملخص : -

تتأثر الطاقة الكهربائية بتقلبات الطقس والمناخ . وتعد الحرارة من أكثر عناصر المناخ تأثيراً على استهلاك الكهرباء . ولذا فإن هناك ارتباط واضح بين درجات الحرارة والطلب على الطاقة الكهربائية فعندما تكون درجة الحرارة المحيطة أعلى أو أقل من المستويات المريحة يرتفع الطلب على الطاقة ويعزي ذلك إلى استخدام الطاقة لأغراض التدفئة والتبريد .

ويختلف استهلاك الكهرباء في مدينة الرياض خلال العام ومن فصل لآخر ومن شهر لآخر ، وكذلك تتفاوت خلال ساعات اليوم الواحد وبين الليل والنهار .

ويزداد الاستهلاك من الكهرباء والذي يعد مؤشراً مهماً للتقدم الاقتصادي والاجتماعي بزيادة النمو السكاني والذي يشكل طلباً متزايداً على جميع الخدمات الاجتماعية والاقتصادية من حيث حجمها ونوعيتها مثل الخدمات التعليمية والصحية والوحدات السكنية . وفي مدينة الرياض وصل الطلب على الطاقة الكهربائية إلى معدلات عالية تضاهي معدلات الطلب في بعض الدول الصناعية مما أدى إلى نمو كبير في الأحمال الذروية خاصة في فصل الصيف . ومن هنا انطلقت هذه الدراسة لتبحث في العلاقة بين عنصر الحرارة واستهلاك الكهرباء ويهدف البحث إلى إيضاح أهمية هذه العلاقة عن طريق دراسة تفاوت الاستهلاك اليومي والشهري والفصلي للطاقة الكهربائية وعلاقته بالحرارة كما يهدف إلى دراسة التنبؤ بكميات الاستهلاك في السنة التالية . ولإيضاح نتائج الدراسة تم الاعتماد على بيانات الأحمال الفعلية ودرجات الحرارة الساعية من الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى للفترة من ١٩٩٩ – ٢٠٠٥م وصنفت البيانات وعولجت إحصائياً باستخدام برنامج SPSS وتم تمثيلها برسوم بيانية ومنحنيات لفهم العلاقة بين درجة الحرارة واستهلاك الطاقة .كما تمت دراسة نمط الاستهلاك الاسبوعي خلال أيام العمل والإجازات و تمت دراسة التنبؤ بكميات الاستهلاك باستخدام نموذج الانحدار البسيط.

وخلصت الدراسة إلى وجود علاقة ارتباطيه قوية بين الحرارة واستهلاك الطاقة الكهربائية خلال اليوم والأسبوع والشهر وفصول السنة المختلفة.

Summary:

The electrical energy is affected by the weather and the climate changes. The heat is considered the most important element of the climate which affect consumption of electricity. Therefore, there is an obvious relation between temperatures and the electrical request of energy . So when the temperature surrounding us is more or less than the comfortable levels, the request of energy increases and this due to the use of energy for purposes of heating and cooling.

Consumption of electricity in the city of Riyadh during the year differs from season to another and from month to another. Also , it differs during the hours of the same day and between night and day. In Riyadh the request of electrical energy reached to high averages which similar to some rates in some industrial countries . This causes a huge increase in the culminant loads especially in summer. The aim of our research is to show the relationship between the temperature and consumption of electricity . It shows also importance of this relationship by making studies about the difference of daily , monthly and seasonally consumption of electrical energy and its relationship with temperatures .

Actually, the of results of our research derived from statements of real loads and temperatures from the Saudi Unified Company of Electricity in Central Region from 1999 – 2005AD and the statements categorized and treated statistically through the use of program SPSS and represented in diagrams to understand the relationship between temperature and consumption of energy.

In conclusion, there are other effects on consumption of electricity by increasing or decreasing specially during the days of

vacations or at the end of the year. Also, it is affected by blowing of hot or cold winds . This was shown by analysis but the effect of heat is still the strong element and this was shown in the relation between consumption and temperat

مجموع أسبوع عودة المعلمين بعد الاجازة الصيفية

اليوم	الاستهلاك	الحرارة
السبت	١٨٦٨١٢	٣٩,٠٠
الاحد	١٨٩٢٧٩	٣٩,٠٤
الاثنين	١٩٠٤٠٨	٣٨,٧٩
الثلاثاء	١٨٧٢١٢	٣٧,٨٣
الاربعاء	١٨٣٨٧٧	٣٧,٨٨
الخميس	١٧٩٦٩٨	٣٨,٣٨
الجمعة	١٧٥٧٢٦	٣٨,٨٣

مجموع الأسبوع الأول قبل الاختبارات عام ٢٠٠٥م

اليوم	الاستهلاك	الحرارة
السبت	١٨١١١٨	٣٧,١٧

الاحد	١٨٦٨١٤	٣٧,٧٩
الاثنين	١٨٠٨٣٤	٣٦,١٣
الثلاثاء	١٧٨٨١٣	٣٦,٠٨
الاربعاء	١٧٢٩١٦	٣٥,٦٣
الخميس	١٦٩٣١٢	٣٥,٣٨
الجمعة	١٦٧٨١٧	٣٥,٥٨

مجموع حرارة أسبوع الأول من الامتحانات (ف٢)

اليوم	الاستهلاك	الحرارة
السبت	١٨٥٥٣١	٣٧,٢١
الاحد	١٩١٦٠٦	٣٨,٣٣
الاثنين	١٩٤٥٦٥	٣٨,٨٨
الثلاثاء	١٩١٨٣٨	٣٨,٠٤
الاربعاء	١٨٢٨٦٩	٣٦,٨٣
الخميس	١٨١١١٤	٣٧,٨٣
الجمعة	١٧٨٩٠٥	٣٧,٦٧

مجموع أول أسبوع من الاجازة الصيفية

اليوم	الاستهلاك	الحرارة
الاربعاء	١٧٩٢٣١	٣٦,٩٢
الخميس	١٧٦٩٣٠	٣٧,١٣
الجمعة	١٧٢١٢٦	٣٨,٥٠
السبت	١٨٩٤٨١	٣٩,٣٣
الاحد	١٩٢٣٩٠	٣٩,٦٣
الاثنين	١٨٩٩٢٢	٣٨,٧٩
الثلاثاء	١٨٥٤٠٧	٣٧,٥٠

كمية استهلاك الكهرباء (كيلو / وات) المتوقعة في درجات حرارة معينة

درجة الحرارة (مئوية)	كمية استهلاك الكهرباء المتوقعه (كيلو وات)
1	974.15
2	1102.65
3	1231.16
4	1359.66
5	1488.17
6	1616.67
7	1745.18
8	1873.68
9	2002.19

2130.69	10
2259.20	11
2387.70	12
2516.20	13
2644.71	14
2773.21	15
2901.72	16
3030.22	17
3158.73	18
3287.23	19
3415.74	20
3544.24	21
3672.75	22
3801.25	23
3929.76	24
4058.26	25
4186.77	26
4315.27	27
4443.77	28
4572.28	29
4700.78	30

4829.29	31
4957.79	32
5086.30	33
5214.80	34
5343.31	35
5471.81	36
5600.32	37
5728.82	38
5857.33	39
5985.83	40
6114.34	41
6242.84	42
6371.35	43
6499.85	44
6628.35	45
6756.86	46
6885.36	47
7013.87	48
7142.37	49
7270.88	50