


سلسلة محكمة دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

٩٦



الحرارة والرطوبة الجوية واستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة جدة

د. هدى بنت عبد الله العباد

جامعة الملك سعود الرياض المملكة العربية السعودية

١٤٣٣هـ - ٢٠١٢م

الجمعية الجغرافية السعودية (ج ج س)

● هيئة التحرير ●

رئيساً .	أ.د. محمد بن عبد الله الصالح
عضواً .	أ.د. عبد الله بن أحمد الطاهر
عضواً .	د. سعد بن ناصر الحسين
عضواً .	د. محمد بن صالح الربدي
عضواً .	د. محمد بن عبد الحميد مشخص

● الهيئة الاستشارية ●

جامعة الكويت.	أ.د. أمل يوسف العذبي الصباح
الجامعة الأردنية.	أ.د. حسن عبد القادر صالح
جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية.	أ.د. عبد الله بن ناصر الوليعي
جامعة الملك سعود.	أ.د. محمد بن عبدالعزيز القباني
جامعة أم القرى.	أ.د. ناصر بن عبد الله الصالح

● المراسلات ●

ص ب ٢٤٥٦ الرياض ١١٤٥١
هاتف: ٤٦٧٨٧٩٨ فاكس: ٤٦٧٧٧٣٢
بريد إلكتروني: sgs@ksu.edu.sa

تعبر البحوث والدراسات التي تنشر في بحوث جغرافية عن آراء كاتبها، ولا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر
هيئة التحرير أو الجمعية الجغرافية السعودية .

بحوث جغرافية

سلسلة محكمة دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

٩٦

الحرارة والرطوبة الجوية واستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة جدة

د. هدى بنت عبد الله العباد

جامعة الملك سعود الرياض المملكة العربية السعودية

١٤٣٣هـ - ٢٠١٢م

ISSN 1018-1423
Key title =Buhut Gugrafiyya

● مجلس إدارة الجمعية الجغرافية السعودية ●

أ.د. محمد شوقي بن إبراهيم مكّي	رئيس مجلس الإدارة.
د. محمد بن صالح الربدي	نائب رئيس مجلس الإدارة.
د. علي بن عبد الله الدوسري	أمين السر.
د. محمد بن عبد الله الفاضل	أمين المال.
د. محمد بن عبد الحميد مشخص	رئيس وحدة البحوث والدراسات
د. محمد بن إبراهيم الدغيري	رئيس اللجنة الثقافية والإعلامية.
د. عنبرة بنت خميس بلال	محررة النشرة الجغرافية
د. محمد بن دخيل الدخيل	عضو مجلس الإدارة.
أ. محمد بن أحمد الراشد	عضو مجلس الإدارة.

● ح الجمعية الجغرافية السعودية، ١٤٣٣ هـ ●

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر	
العباد، هدى بنت عبد الله	
الحرارة والرطوبة واستهلاك الطاقة الكهربائية. / هدى بنت عبد الله العباد - الرياض،	
١٤٣٣ هـ	
٦٣ ص؛ ١٧ × ٢٤ سم - (سلسلة بحوث جغرافية؛ ٩٦)	
ردمك: ٩٧٨-٦٠٣-٩٠٢٣٤-٨-٧	
١- الكهرباء-استهلاك-٢ الحرارة-٣ الرطوبة.أ.العنوان - ب.السلسلة	
ديوي ٣٣٩،٤٨٦٢١٣	٤٤٧٦ / ١٤٣٣
رقم الإيداع: ٤٤٧٦ / ١٤٣٣	
ردمك: ٩٧٨-٦٠٣-٩٠٢٣٤-٨-٧	

قواعد النشر في سلسلة بحوث جغرافية

- ١- يراعى في البحوث التي تتولى سلسلة بحوث جغرافية، نشرها ، الأصالة العلمية وصحة الإخراج العلمي وسلامة اللغة .
- ٢- يشترط في البحث المقدم للسلسلة ألا يكون قد سبق نشره من قبل.
- ٣- ترسل البحوث باسم رئيس هيئة التحرير.
- ٤- يقدم البحث على (على CD) مطبوع بنظام MS WORD بيئات النوافذ (Windows)، ويترك فراع ونصف بين كل سطر وآخر بخط AL-Hotham للمتن وبالخط Monotype Koufi للعناوين ، وبنط ١٦ أبيض للمتن وبنط ١٢ أبيض للهوامش (بنط أسود للآيات القرآنية والأحاديث الشريفة)، ويرفق معه ثلاث نسخ مطبوعة على ورق بحجم A4 ، مع مراعاة أن يكون الحد الأعلى للبحث [٧٥]صفحة، والحد الأدنى [١٥] صفحة.
- ٥- يرسل أصل البحث مع صورتين وملخص في حدود (٢٥٠) كلمة بالعتين العربية والإنجليزية.
- ٦- يراعى أن تقدم الأشكال في هيئة رقمية تقرأ وتعرض بالحاسب الآلي، أو أن تكون مرسومة بالحبر الصيني على ورق (كلك) مقياس ١٢×١٨ سم وترفق أصول الأشكال بالبحث، ويشترط أن يكون الشكل تام الوضوح، وأصل وليس صورة.
- ٧- ترسل البحوث الصالحة للنشر والمختارة من قبل هيئة التحرير إلى محكمين اثنين - على الأقل - في مجال التخصص من داخل أو خارج المملكة قبل نشرها في السلسلة.
- ٨- تقوم هيئة تحرير السلسلة بإبلاغ أصحاب البحوث بتاريخ تسلّم بحوثهم. وكذلك إبلاغهم بالقرار النهائي المتعلق بقبول البحث للنشر من عدمه مع إعادة البحوث غير المقبولة إلى أصحابها.
- ٩- يمنح كل باحث أو الباحث الرئيسي لمجموعة الباحثين المشتركين في البحث خمساً وعشرين نسخة من البحث المنشور .
- ١٠- تطبق قواعد الإشارة إلى المصادر باستخدام نظام (اسم / تاريخ)، ويقتضي هذا النظام الإشارة إلى مصدر المعلومة في المتن بين قوسين باسم المؤلف متبوعاً بالتاريخ ورقم الصفحة. وإذا

- تكرر المؤلف في مرجعين مختلفين ولكن لهما التاريخ نفسه يميز أحدهما بإضافة حرف إلى سنة المرجع. أما في قائمة المراجع فيستوجب ذلك ترتيبها هجائياً حسب نوعية المصدر كالتالي :
- أ- الكتب: يذكر اسم العائلة للمؤلف (المؤلف الأول إذا كان للمرجع أكثر من مؤلف واحد) متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الكتاب، فرقم الطبعة -إن وجد- ثم الناشر، وأخيراً مدينة النشر. ويفصل بين كل معلومة وأخرى فاصلة مقلوبة.
- ب- الدوريات: يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان المقالة، ثم عنوان الدورية، ثم رقم المجلد، ثم رقم العدد، ثم أرقام صفحات المقال، (ص ص ٥ - ١٥).
- ج- الكتب المحررة: يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الفصل، ثم يكتب (في in) تحتها خط، ثم اسم عائلة المحرر متبوعاً بالأسماء الأولى، وكذلك بالنسبة للمحررين المشاركين، ثم (محرر ed. أو محررين eds.) ثم عنوان الكتاب، ثم رقم المجلد، فرقم الطبعة، وأخيراً الناشر، فمدينة النشر.
- د- الرسائل غير المنشورة: يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة الحصول على الدرجة بين قوسين، ثم عنوان الرسالة، ثم يحدد نوع الرسالة (ماجستير/دكتوراه)، ثم اسم الجامعة والمدينة التي تقع فيها.
- ١١- تستخدم الهوامش فقط عند الضرورة القصوى وتخصص للملاحظات والتطبيقات ذات القيمة في توضيح النص.

تعريف بالباحثة: د. هدى بنت عبد الله العباد، أستاذ الجغرافيا المناخية المساعد، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن، الرياض.
البريد الإلكتروني: hoda.an@hotmail.com

الملخص

تعدُّ الحرارة والرطوبة ذوات تأثير كبير في استهلاك الكهرباء، لذا فإن هناك ارتباطاً واضحاً بين درجات الحرارة والرطوبة الجوية من جهة، والطلب على الطاقة الكهربائية من جهة أخرى، حيث يرتفع الطلب على الطاقة بارتفاع درجة الحرارة والرطوبة الجوية. وتؤدي الطاقة الكهربائية دوراً رئيساً في الوقت الحاضر في جميع مجالات التنمية الاقتصادية والاجتماعية، كما تسهم في النمو الاقتصادي وزيادة الإنتاجية، ونظراً للتقدم الذي طرأ على أغلب المجالات في المملكة، الذي يحتاج بالتالي إلى الطاقة الكهربائية، فإنه من الطبيعي أن يوجه الاهتمام إلى دراسة الاستهلاك من الطاقة الكهربائية في فترات سابقة، والتنبؤ بها في فترات قادمة.

من هنا انطلقت هذه الدراسة للبحث في العلاقة بين عنصري الحرارة والرطوبة واستهلاك الكهرباء.

ويهدف البحث إلى توضيح هذه العلاقة عن طريق دراسة متوسطات درجات الحرارة، والرطوبة الجوية، واستهلاك الطاقة الكهربائية خلال ساعات الليل والنهار في فصلي الصيف والشتاء، كما يهدف إلى تطبيق نموذج لتوقع الاستهلاك في السنوات القادمة.

ولإيجاز نتائج الدراسة تم الاعتماد على بيانات الأحمال الفعلية لدرجات الحرارة اليومية والرطوبة من الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الغربية للفترة من ١٩٩٤ - ٢٠٠٦م، وصُنِّفَتِ البيانات، وعولجت إحصائياً باستخدام برنامج (SPSS)، وتم تمثيلها برسوم بيانية ومنحنيات لفهم العلاقة بين درجة الحرارة والرطوبة واستهلاك الطاقة الكهربائية، ثم تمت دراسة التنبؤ بالاستهلاك لسنوات قادمة. وخلصت الدراسة إلى وجود علاقة ارتباطية قوية بين الحرارة والرطوبة الجوية من جهة، واستهلاك الكهرباء من جهة أخرى، خلال ساعات اليوم في فصلي الصيف والشتاء.

المقدمة

تؤدي الطاقة الكهربائية دوراً رئيساً في الوقت الحاضر، في جميع مجالات التنمية الاقتصادية والاجتماعية، كما تسهم في النمو الاقتصادي، وزيادة الإنتاجية، ونظراً للتقدم الذي طرأ على أغلب المجالات في المملكة، الذي يحتاج بالتالي إلى الطاقة الكهربائية، فإنه من الطبيعي أن يُوجَّه الاهتمام إلى دراسة الاستهلاك من الطاقة الكهربائية في فترات سابقة، والتنبؤ بها في فترات قادمة.

وللطاقة الكهربائية دورٌ حيوي وفَعَّال في عمليات التنمية الاقتصادية التي تنشدها الدول بصفة عامة. فعلى صعيد التنمية الاقتصادية تتعدد استخدامات الكهرباء للأغراض المختلفة والمتنوعة في الصناعة والزراعة والتجارة. وكذلك في إشباع حاجات الاستهلاك بما يعود على سكان هذه الدول بالنفع والرفاهية، ومساعدتهم في تحقيق مستوى معيشة أفضل عن طريق رفع إنتاجيتهم، ورفع إنتاجية الموارد الاقتصادية التي تدخل فيها استخدامات الكهرباء، أو عن طريق الاستفادة المباشرة في الإضاءة، والتدفئة، والتبريد، أو في تشغيل الأدوات والمعدات المنزلية، ووسائل الاتصال، وكذلك وسائل الترفيه، والثقافة والإعلام، مثل: أجهزة الراديو والتلفزيون. (الخطيب، د. ت، ص ١).

والطاقة الكهربائية في المملكة متوافرة ومتطورة وملبية لجميع الاستخدامات، لكن في فصل الصيف يحدث نوع من التكاليف، وترتفع نسبة الاستهلاك المنزلي بصورة كبيرة، إلا أن قدرًا كبيراً منها يذهب بلا طائل نتيجة للاستهلاك اللاواعي والمبالغة في استخدام أجهزة التكييف داخل الغرف المغلقة غير الآهلة. ومن هنا كانت حملة الترشيد مطلب وطني ملح. (تجارة الرياض، ١٩٩٥م، ص ٣٤).

يؤثر المناخ في إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية. ويختلف الاستهلاك الكهربائي حسب التغير في الأحوال الجوية، وتؤثر الحرارة في المعدات والأجهزة الكهربائية فتصاب بعض الآلات بالتلف نتيجة ارتفاع درجة الحرارة (Critchfield, 1974, p 319).

وتؤثر الرطوبة الجوية أيضاً في الأسلاك، والأعمدة، والأبراج الكهربائية، وفي حالة ارتفاع نسبة الرطوبة بصفة مستمرة، مثل المناطق الساحلية، فإنه يحدث تآكل وصدأ لأجزاء الأبراج. (الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى، ١٤١٨هـ).

وبما أن المملكة تقع في المنطقة المدارية الجافة ولا تحف بها مسطحات مائية كبيرة، فيمكن وصف الرطوبة النسبية فيها عموماً بأنها منخفضة في أغلب مناطقها، وتحظى المناطق الساحلية للبحر الأحمر والخليج العربي بأعلى المعدلات مقارنة بالمناطق الداخلية (أحمد، ١٩٩٣م، ص ٧٩).

لذا فإن موقع مدينة جدة على البحر يؤدي إلى أن تظل الرطوبة النسبية لها مرتفعة طوال فصل الصيف بسبب أن ارتفاع الحرارة يزيد من قدرة الهواء على حمل بخار ماء أكثر (أحمد، ١٩٩٢م، ص ٥٣ - ٥٤).

كما أن مدينة جدة باعتبارها جزءاً من المملكة العربية السعودية التي تقع في غرب آسيا، فإن وقوعها بين قارتي أفريقيا وأوروبا يؤدي إلى تأثرها بالظواهر المناخية التي تسود الكتل اليابسة، مثل: وصول بعض المؤثرات السيبيرية إلى المملكة شتاءً، وبعض المؤثرات الهندية والأفريقية والمحلية أحياناً من الربع الخالي في فصل الصيف مع قلة سيطرة التأثيرات

البحرية الآتية من البحر المتوسط والمحيط الأطلسي أو المحيط الهندي.
(الشريف، ١٩٩٣م، ص ٢٠٤).

وتتصف مدينة جدة الواقعة عند دائرة العرض (٣١° ٢١°) شمالاً،
وخط الطول (١١° ٣٩°) شرقاً، (الجمعية الجغرافية السعودية،
١٤١٩هـ، ص ١٢٠)، بمناخ صيفي حار رطب، تتقارب فيه معدلات
درجات الحرارة بين (٢٣.٠٧م) و(٣٢.٣٠م)، (الشركة السعودية الموحدة
للكهرباء بالمنطقة الغربية)؛ ويعود ذلك لتأثير البحر في خفض درجات
الحرارة صيفاً واعتدالها شتاءً بواسطة نسيم البحر الذي يحدث نتيجة
اختلاف درجة الحرارة بين اليابس والماء. (العباد، دت، ص ١١٧ -
١١٨).

ويتأثر مناخ جدة بموقعها الفلكي والجغرافي ومظاهر السطح المحيطة
بها، ونظراً لوقوعها على ساحل البحر الأحمر، فإن الرطوبة النسبية
تكون مرتفعة بها خصوصاً في فصل الصيف، حيث تتأثر بمنخفض الهند
الموسمي وترتفع خلاله درجات الحرارة وتقل الرطوبة كثيراً في فصل
الشتاء نتيجة لتأثيرات المرتفع الجوي المداري الذي يؤثر على شمال
أفريقيا، ويمتد تأثيره إلى الجنوب في بعض المناطق ومن ضمنها حوض
البحر الأحمر. (الداوود، ٢٠٠٢م، ص ٢٤).

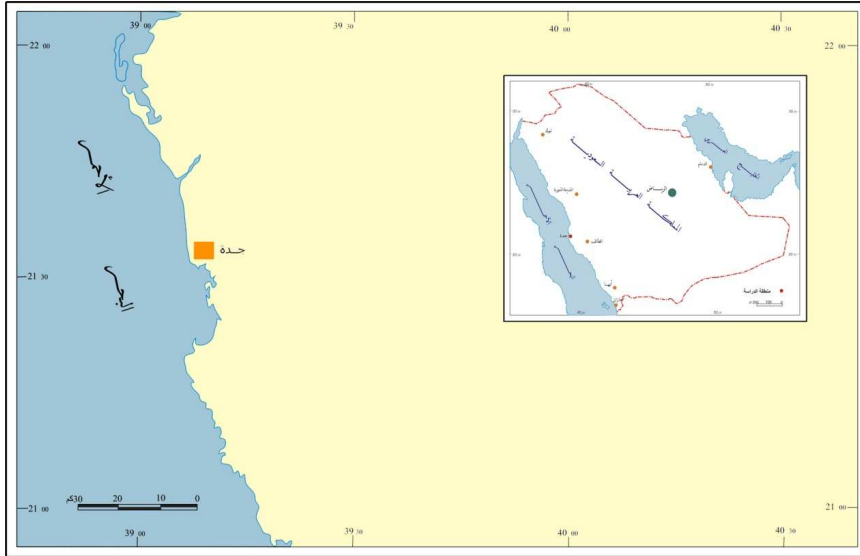
ويتأثر سكان جدة البالغ عددهم ٣٤٣٠٦٩٧ مليون نسمة في عام
١٤٣١هـ (مصلحة الإحصاءات العامة، ١٤٣١هـ)، بعناصر المناخ خاصة
درجة الحرارة وما يصاحبها من رطوبة جوية مرتفعة خاصة في فصل

الصيف. ولذا فهي تعد من أكثر عناصر المناخ أهمية للإنسان لتأثيرها على نشاطه وملبسه ومسكنه وغذائه (Landsberg, 1968, p. 147).

يزداد الطلب على الكهرباء بازدياد الحرارة والرطوبة صيفاً وانخفاض الحرارة خلال فصل الشتاء (صفر، ١٩٨٤م، ص ١٦٧).

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، ويُعزى ذلك إلى استخدام الطاقة لأغراض التدفئة والتبريد (Willis, 1996, p.78).

شكل (١): منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: أطلس المملكة العربية السعودية، (١٤١٩هـ)، وزارة التعليم العالي، دار الملك عبدالعزيز، الرياض.

كما ترتبط الرطوبة النسبية على اليابس ارتباطاً عكسياً مع الحرارة، فزيادة الرطوبة النسبية هنا قد تحدث دون زيادة بخار الماء، وذلك حين انخفاض درجة الحرارة، بصورة تقلل من قدرة الهواء على حمل بخار الماء. ويحدث العكس عند ارتفاع الحرارة فتزداد مقدرة الهواء على حمل بخار الماء أكثر وتكون رطوبته النسبية أقل، لذا تظهر معدلات وقيم الرطوبة النسبية في أعلاها في الصباح الباكر وأدناها في وسط النهار، كما تكون في أعلاها في الشتاء وأدناها في الصيف، ويتضح ذلك جلياً من مقارنة منحنى الحرارة والرطوبة. غير أن الحال يختلف على البحر والسواحل عن ذلك، فإن الرطوبة النسبية تظل عالية في الصيف، إذ إن كميات كبيرة من بخار الماء تغذي الجو بفعل الطاقة الحرارية العالية. (أحمد، ١٩٩٢م، ص ٥٣).

وتخدم الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الغربية أكثر من مليون مشترك، وتبلغ مساحة امتيازها حوالي (٣٢٠٠٠٠) كم^٢، وبنهاية عام ١٤٢٠هـ أصبحت خدمات الشركة السعودية الموحدة للكهرباء في المنطقة الغربية تغطي ٧٣٣ مدينة وقريه وهجرة، وقد استفاد منها ١٢٧٥١٦٩ مشتركاً. (وزارة الصناعة والكهرباء، الكهرباء في المملكة العربية السعودية نموها وتطورها حتى نهاية عام ١٤٢٠هـ، ص ٩٨).

وقد تضاعف عدد المشتركين في عام ١٤٢٩هـ إلى ٢٠٨٣٣٩٩ (وزارة الاقتصاد والتخطيط، ١٤٢٨ - ١٤٢٩هـ، ص ١٢).

ومن هنا كانت فكرة هذه الدراسة التي تهدف إلى إلقاء الضوء على أهم العناصر المناخية التي تؤثر بصورة مباشرة أو غير مباشرة على استهلاك السكان للكهرباء في مدينة جدة، وهما عنصرا الحرارة والرطوبة الجوية، وذلك من خلال:

١- دراسة متوسطات درجات الحرارة والرطوبة واستهلاك الطاقة الكهربائية الساعية خلال فصلي الصيف والشتاء.

٢- دراسة متوسطات درجات الحرارة والرطوبة واستهلاك الطاقة الكهربائية خلال ساعات الليل والنهار في فصلي الصيف والشتاء.

٣- اختبار العلاقة بين استهلاك الكهرباء من جهة والحرارة والرطوبة من جهة أخرى، لذا تم قياس الارتباط بين استهلاك الطاقة الكهربائية من جهة والحرارة والرطوبة من جهة أخرى خلال ساعات النهار والليل في فصلي الصيف والشتاء.

٤- تطبيق نموذج لتوقع الاستهلاك في حلول كل موسم لمساعدة مخططي موازنة الطاقة على وضع الخطط المناسبة.

فرضيات الدراسة:

الفرضية الأولى: "توجد علاقة طردية بين معدل استهلاك الطاقة الكهربائية ودرجات الحرارة".

الفرضية الثانية: "توجد علاقة عكسية بين معدل استهلاك الطاقة الكهربائية ومعدلات الرطوبة النسبية".

الدراسات السابقة:

هناك العديد من الدراسات التي اهتمت بتأثير عناصر المناخ في استهلاك

الطاقة الكهربائية، من أهمها:

- هدفت الدراسة في رسالة الدكتوراه لفائزة عبد الخالق (١٩٩١م)، - التي كانت بعنوان "إنتاج الطاقة واستهلاكها في المنطقة الغربية بالمملكة العربية السعودية"، وهي دراسة في الجغرافيا الاقتصادية - إلى دراسة الاختلافات المكانية لنشاط الإنسان في مجال إنتاج الطاقة الكهربائية، ثم تحليل العوامل الجغرافية المؤثرة في ذلك، ومن نتائج هذه الدراسة أن درجة الحرارة والرطوبة النسبية من أهم العوامل المؤثرة في منحنيات الأحمال الذروية في المنطقة.
- ركزت الدراسة في رسالة الدكتوراه لهدي العباد، (٢٠٠٧م)، - التي كانت بعنوان "المناخ واستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الرياض - دراسة في المناخ التطبيقي" - على درجة الحرارة كعامل مؤثر في استهلاك الطاقة الكهربائية. وكان من أهداف الدراسة معرفة أثر المناخ في استهلاك وإنتاج الطاقة الكهربائية، وقد توصلت الدراسة إلى أن عناصر المناخ المختلفة من حرارة ورياح وأمطار تؤثر في إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية، وأن تباين الحرارة الشديد يتطلب توفير قدرة توليد كبيرة لمواجهة حمل الذروة الناتج عن ارتفاع درجات الحرارة.
- ولهدي العباد، (٢٠٠٩م)، دراسة بعنوان "العلاقة بين درجة الحرارة واستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الرياض"، المجلة المصرية للتغير البيئي، وتهدف الدراسة إلى توضيح العلاقة بين عنصر الحرارة واستهلاك الطاقة الكهربائية، كما تهدف إلى دراسة التنبؤ بكميات الاستهلاك في السنة الآتية. وتوصلت الدراسة إلى وجود علاقة قوية بين الحرارة واستهلاك الطاقة الكهربائية خلال اليوم والأسبوع والشهر وفصول السنة المختلفة، وأنه من الممكن التنبؤ

بكميات الاستهلاك في السنة التالية، حيث يزداد الاستهلاك بزيادة درجات الحرارة درجة مئوية واحدة.

- أما رسالة الدكتوراه لفايدة بوقري (٢٠٠٢م)، التي بعنوان "الخصائص المناخية لمدينتي جدة والطائف وأثرها في حياة السكان الاقتصادية والصحية"، فتهدف إلى معرفة أثر خصائص المناخ السائد في مدينة جدة والطائف على حياة السكان الاقتصادية والصحية، وتوصلت الدراسة إلى أن درجة الحرارة والرطوبة تعدّ من أقوى عوامل الدراسة تأثيراً على مناخ منطقة الدراسة خاصة على الاستهلاك المائي والكهربائي، ثم تأتي بعد ذلك بقية المتغيرات، كالارتفاع عن مستوى سطح البحر، والبعد والقرب من المسطحات المائية... إلخ.
 - وتوصلت دراسة بدرية حبيب (٢٠٠٦م): التي كانت بعنوان "درجة حرارة أيام للتدفئة والتبريد عند عتبات حرارية متباينة في المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية وعلاقتها باستهلاك الطاقة"، إلى أن الحرارة عنصر مهم يتحكم في تغيير حجم الطلب على الطاقة وأسعارها. كما تفيد دراسة (درجة حرارة أيام) في التنبؤ بحجم الطاقة التي ستستهلك في المستقبل.
- ولم تتطرق دراسة متخصصة - على حد علم الباحثة - إلى دراسة أثر عناصر المناخ في استهلاك الطاقة الكهربائية في منطقة الدراسة.
- أسلوب الدراسة:

يعتمد البحث على:

البيانات الفعلية للأحمال ودرجات الحرارة والرطوبة اليومية من الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الغربية للفترة من ١٩٩٤ - ٢٠٠٦م. وقد تم

الاعتماد على بيانات الشركة حتى يكون هناك توافق بين الفترة الزمنية التي يتم بها رصد الحرارة والرطوبة والاستهلاك جميعاً.

وبعد استيفاء جمع البيانات ومراجعتها، تم استخراج المؤشرات الإحصائية على برامج الإحصاء الجاهزة (SPSS) على الحاسب الآلي، الأمر الذي أسفر عن الحصول على عدد من النتائج الصالحة للتحليل والتفسير.

التحليل والمناقشة:

متوسطات درجات الحرارة والرطوبة واستهلاك الطاقة الكهربائية خلال ساعات اليوم في فصلي الصيف والشتاء:

تؤثر درجات الحرارة في معظم عناصر المناخ، مثل: الضغط الجوي، الرياح، التبخر، الرطوبة النسبية، والتكاثف (شحادة، ١٩٩٨م، ص ٦٣)، والعلاقة بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية علاقة عكسية؛ فعندما ترتفع درجة الحرارة تنخفض الرطوبة النسبية لزيادة مقدرة الهواء على استيعاب بخار الماء، أما عندما تنخفض درجة الحرارة، فإن الرطوبة النسبية تزداد لانخفاض مقدرة الهواء على استيعاب بخار الماء (شحادة، ١٩٩٨م، ص ١٢٩).

لذا فإن الدورة اليومية لدرجة الحرارة في الأيام التي لا تشهد وصول كتل أو جبهات تكون معاكسة لدرجة الرطوبة، إذ تبدأ درجة الحرارة بالارتفاع مع شروق الشمس، وتستمر في ارتفاعها إلى بعد الظهر، ثم تأخذ درجة الحرارة في التناقص المنتظم حتى تصل إلى أدنى حد لها قبيل شروق الشمس مباشرة (شحادة، ١٩٩٨م، ص ٨٢).

بينما تبدأ الرطوبة بالانخفاض بعد شروق الشمس مباشرة، وتستمر في الانخفاض بعد الظهر ثم تبدأ بالارتفاع حتى تبلغ أعلى حد لها في ساعات الصباح الباكر قبل شروق الشمس، ولهذا فإن المدى اليومي للرطوبة النسبية في المناطق القارية والجافة أكبر منه في المناطق البحرية الرطبة (شحادة، ١٩٩٨م، ص ١٣٠).

ترتفع درجات الحرارة في جدة خلال فصل الصيف وذلك لوقوعها في المنطقة المدارية الحارة الأمر الذي يترتب عليه تعامد الشمس عليها لفترات طويلة بالإضافة إلى صفاء سمائها وخلوها من السحب. وتنخفض معدلات درجات الحرارة في شهر يناير حيث تصل درجة الحرارة إلى (٢٣.٧)، وترتفع إلى حدها الأقصى في شهر أغسطس (٣٣.٣٢)، (الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة بجدة، ١٩٧٠ - ٢٠٠٥م).

كما ترتفع نسبة الرطوبة أيضاً في فصل الصيف بسبب وصول كتل هوائية رطبة عندما تمر منخفضات البحر المتوسط إليه فينجذب هواء رطب يؤدي إلى رفع نسبة الرطوبة، (فايد، ١٩٨٢م، ص ٤٠).

وترتفع معدلات الرطوبة النسبية في جدة في شهري سبتمبر (٨٥.٧٥٪)، وأكتوبر (٨٦.٣٣٪)، بالرغم من أنهما ليسا من أشهر البرودة (الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة بجدة، ١٩٧٠ - ٢٠٠٥م)، كما ترتفع الرطوبة النسبية أيضاً خلال فصل الشتاء؛ لأن درجة الحرارة لا تنخفض كثيراً لتأثير الموقع البحري (العباد، ٢٠٠٩م، ص ١٢٨).

وإذا قارنا مدينة جدة على ساحل البحر الأحمر بالمدن الداخلية من ناحية الشرق، نجد تقارب معدلات درجات الحرارة في جدة عنها في بقية المدن الداخلية، حيث تتراوح معدلات درجة الحرارة بين (٢٣.٧م) و(٣٢.٣٠م)، بينما تتراوح في

مدينة الرياض على سبيل المثال بين (١٤,٠م) و(٣٥,٧م)، ويعود ذلك إلى تأثير البحر في خفض درجات الحرارة صيفاً واعتدالها شتاءً في جدة (العباد، ٢٠٠٩م، ص١١٧).

فصل الصيف:

تتعامل الشمس على مدار السرطان، ويزداد الإشعاع الشمسي في جدة لطول النهار في فصل الصيف، ويساعد على ذلك صفاء الجو وخلوه من السحب.

يتبين من الجدول (١) والشكل (٢) أن أقل قيمة لاستهلاك الكهرباء تسجل عند الساعة السابعة صباحاً، وتقل قيمة الاستهلاك إلى (٢٣٠٨ ميغاوات)، وتبلغ درجة الحرارة عندئذ (٢٨م)، ودرجة الرطوبة (٧٨٪). ومع شروق الشمس ترتفع درجة الحرارة فيرتفع الاستهلاك إلى (٢٧٠٠ ميغاوات) عند الساعة الحادية عشرة، وعند درجة الحرارة (٣٢م)، ودرجة الرطوبة (٥٩٪) بعدها يعود منحنى الاستهلاك إلى الارتفاع حتى يصل إلى أعلى قيمة له خلال ساعات الليل والنهار عند الساعة الثالثة مساءً (٢٧٧٨ ميغاوات)، عند درجة الحرارة (٣٢م)، ودرجة رطوبة (٥٥٪)، يعود بعد ذلك منحنى الاستهلاك إلى التناقص مع انخفاض درجات الحرارة وارتفاع الرطوبة الجوية حتى يصل إلى (٢٥٦٩ ميغاوات)، عند الساعة الرابعة صباحاً وعند درجة الحرارة (٢٧م) ورطوبة نسبية (٧٣٪)،^(١) ومع زيادة برودة الجو وارتفاع نسبة الرطوبة خلال ساعات الصباح تقل قيم الاستهلاك، بمعنى أن الاستهلاك يزداد خلال اليوم بارتفاع درجات الحرارة ويقل بانخفاضها.

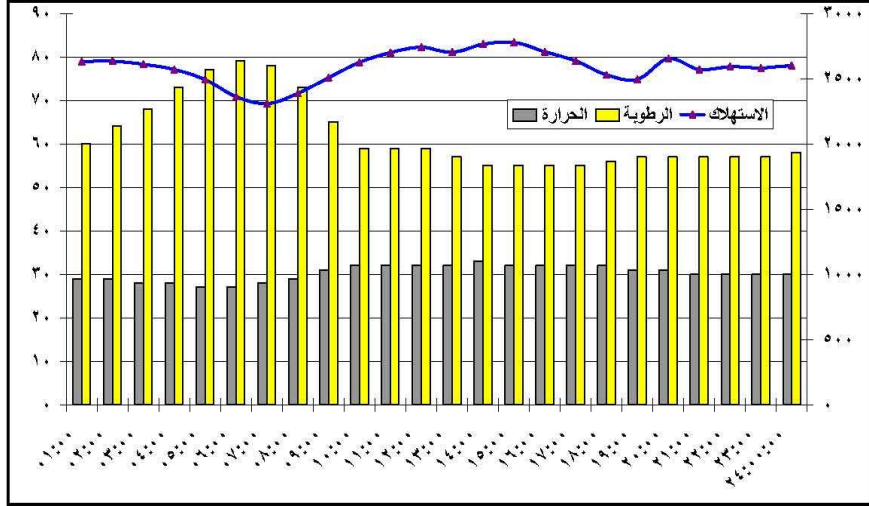
^(١) الميغاوات = ١٠٠٠ كيلوات أو ١٠٠٠٠٠٠ وات، ويعبر عنها بالاختصار (م. و).

جدول (١): متوسط البيانات الساعية لدرجات الحرارة والرطوبة والاستهلاك في مدينة جدة خلال فصل الصيف في الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م

الساعة	الحرارة	الرطوبة	الاستهلاك
١:٠٠	٢٩	٦٠	٢٦٣٠
٢:٠٠	٢٩	٦٤	٢٦٣٥
٣:٠٠	٢٨	٦٨	٢٦٠٩
٤:٠٠	٢٨	٧٣	٢٥٦٩
٥:٠٠	٢٧	٧٧	٢٤٩٣
٦:٠٠	٢٧	٧٩	٢٣٦٢
٧:٠٠	٢٨	٧٨	٢٣٠٨
٨:٠٠	٢٩	٧٣	٢٣٨٧
٩:٠٠	٣١	٦٥	٢٥٠٨
١٠:٠٠	٣٢	٥٩	٢٦٢٥
١١:٠٠	٣٢	٥٩	٢٧٠٠
١٢:٠٠	٣٢	٥٩	٢٧٤٠
١٣:٠٠	٣٢	٥٧	٢٧٠٢
١٤:٠٠	٣٣	٥٥	٢٧٦٤
١٥:٠٠	٣٢	٥٥	٢٧٧٨
١٦:٠٠	٣٢	٥٥	٢٧٠٦
١٧:٠٠	٣٢	٥٥	٢٦٣٦
١٨:٠٠	٣٢	٥٦	٢٥٢٩
١٩:٠٠	٣١	٥٧	٢٤٩٥
٢٠:٠٠	٣١	٥٧	٢٦٥٣
٢١:٠٠	٣٠	٥٧	٢٥٧١
٢٢:٠٠	٣٠	٥٧	٢٥٩١
٢٣:٠٠	٣٠	٥٧	٢٥٨٢
٢٤:٠٠	٣٠	٥٨	٢٦٠٢

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات الشركة السعودية الموحدة للكهرباء، (١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م).

شكل (٢): متوسط البيانات الساعية لدرجات الحرارة والرطوبة والاستهلاك في مدينة جدة خلال فصل الصيف في الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م



درجات الحرارة والرطوبة واستهلاك الطاقة الكهربائية خلال ساعات النهار في فصل الصيف:

يتبين من الجدول (٢)، والشكل (٣)، أن أعلى قيم لاستهلاك الكهرباء خلال ساعات النهار تصل إلى (٢٧٧٨ ميغاوات)، عند الساعة الثالثة ظهراً، وعند درجة الحرارة (٣٢م) ورطوبة (٥٥٪)، وذلك بسبب الحاجة إلى تشغيل المكيفات لمواجهة الحرارة العالية. كما أن أكثر أنواع المواد المستخدمة في تصميم النوافذ والأبواب من الزجاج والألمنيوم، وهي مواد تزيد من درجة الحرارة، وهذا ينعكس سلباً على الاستهلاك الكهربائي السكني الذي يمثل ٦٥٪ من إجمالي الطاقة الكهربائية التي يستهلك أغلبها في تكييف وتبريد المسكن، حيث تصل نسبة الاستهلاك إلى ٧٣٪ من إجمالي الاستهلاك المنزلي الكلي، و ٤٧٪ منه يذهب لتكييف هواء المساكن (بوقري، ٢٠٠٢م، ص ٢٠).

بينما تقل قيم الاستهلاك الكهربائي عند الساعة السابعة صباحاً (٢٣٠٨ ميجاوات)، حيث تصل درجة الحرارة إلى (٢٨م)، ورطوبة (٧٨٪) لانخفاض درجات الحرارة، حيث يقل الحمل على استهلاك الأجهزة الكهربائية، بالإضافة إلى أن ارتفاع الرطوبة يعمل على تلطيف الجو خلال ساعات الصباح الأولى.

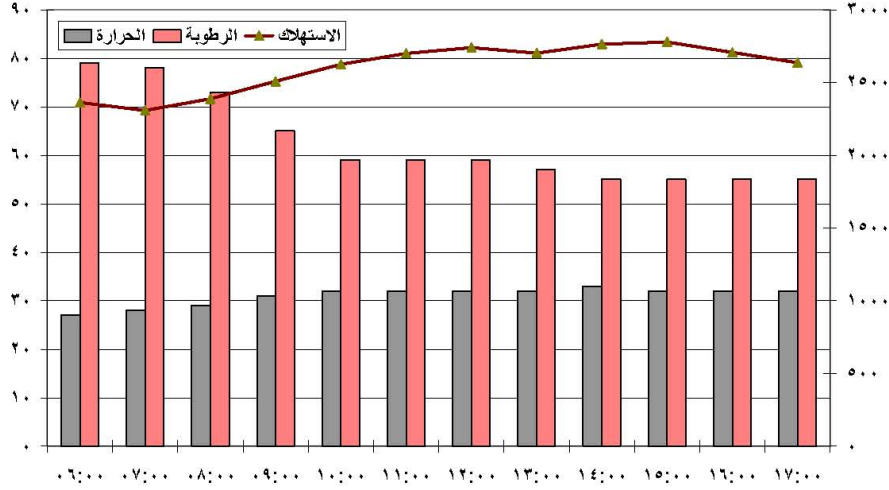
جدول (٢): متوسط درجات الحرارة والرطوبة والاستهلاك في مدينة جدة خلال ساعات النهار في فصل الصيف في الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م

الساعة	الحرارة	الرطوبة	الاستهلاك
٦:٠٠	٢٧	٧٩	٢٣٦٢
٧:٠٠	٢٨	٧٨	٢٣٠٨
٨:٠٠	٢٩	٧٣	٢٣٨٧
٩:٠٠	٣١	٦٥	٢٥٠٨
١٠:٠٠	٣٢	٥٩	٢٦٢٥
١١:٠٠	٣٢	٥٩	٢٧٠٠
١٢:٠٠	٣٢	٥٩	٢٧٤٠
١٣:٠٠	٣٢	٥٧	٢٧٠٢
١٤:٠٠	٣٣	٥٥	٢٧٦٤
١٥:٠٠	٣٢	٥٥	٢٧٧٨
١٦:٠٠	٣٢	٥٥	٢٧٠٦
١٧:٠٠	٣٢	٥٥	٢٦٣٦
المتوسط	٣١	٦٢	٢٦٠١
الحد الأقصى	٣٣	٧٩	٢٧٧٨
الحد الأدنى	٢٧	٥٥	٢٣٠٨

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات الشركة السعودية الموحدة للكهرباء، (١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م).

شكل (٣): متوسط درجات الحرارة والرطوبة والاستهلاك في مدينة جدة

خلال ساعات النهار في فصل الصيف في الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م



درجات الحرارة والرطوبة واستهلاك الطاقة الكهربائية

خلال ساعات الليل في فصل الصيف:

يتبين من الجدول (٣) والشكل (٤) أن أقل قيم للاستهلاك خلال ساعات الليل تتمثل عند الساعة الخامسة مساءً (٢٤٩٣ ميغاوات)، عند درجة الحرارة (٢٧م°)، ونسبة الرطوبة (٧٧٪)، بينما ترتفع إلى (٢٦٥٣ ميغاوات)، عند الساعة الثامنة مساءً عند درجة الحرارة (٣١م°)، ورطوبة نسبية (٥٧٪)، ويُعزى ذلك إلى أن ارتفاع الرطوبة يخفف من استهلاك الكهرباء، مما يعمل على تلطيف الجو، بينما يرتفع الاستهلاك عند الساعة الخامسة مساءً نتيجة وجود الناس في بيوتهم في الغالب خلال تلك الساعة، كما أن ارتفاع الحرارة وانخفاض نسبة الرطوبة يزيد من الاستهلاك.

جدول (٣): متوسط درجات الحرارة والرطوبة والاستهلاك في مدينة جدة

خلال ساعات الليل في فصل الصيف في الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م

الساعة	الحرارة	الرطوبة	الاستهلاك
١:٠٠	٢٩	٦٠	٢٦٣٠
٢:٠٠	٢٩	٦٤	٢٦٣٥
٣:٠٠	٢٨	٦٨	٢٦٠٩
٤:٠٠	٢٨	٧٣	٢٥٦٩
٥:٠٠	٢٧	٧٧	٢٤٩٣
١٨:٠٠	٣٢	٥٦	٢٥٢٩
١٩:٠٠	٣١	٥٧	٢٤٩٥
٢٠:٠٠	٣١	٥٧	٢٦٥٣
٢١:٠٠	٣٠	٥٧	٢٥٧١
٢٢:٠٠	٣٠	٥٧	٢٥٩١
٢٣:٠٠	٣٠	٥٧	٢٥٨٢
٢٤:٠٠	٣٠	٥٨	٢٦٠٢
المتوسط	٣٠	٦٢	٢٥٨٠
٢٦٥٣	٧٧	٣١	الحد الأقصى
٢٤٩٣	٥٧	٢٧	الحد الأدنى

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات الشركة السعودية الموحدة للكهرباء، (١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م).

فصل الشتاء:

تتعامل الشمس على مدار الجدي خلال هذا الفصل ويقل الإشعاع

الشمسي الساقط نتيجة وجود السحب وقصر النهار.

ويتبين من الجدول (٤) والشكل (٥) أن أقل قيمة لاستهلاك

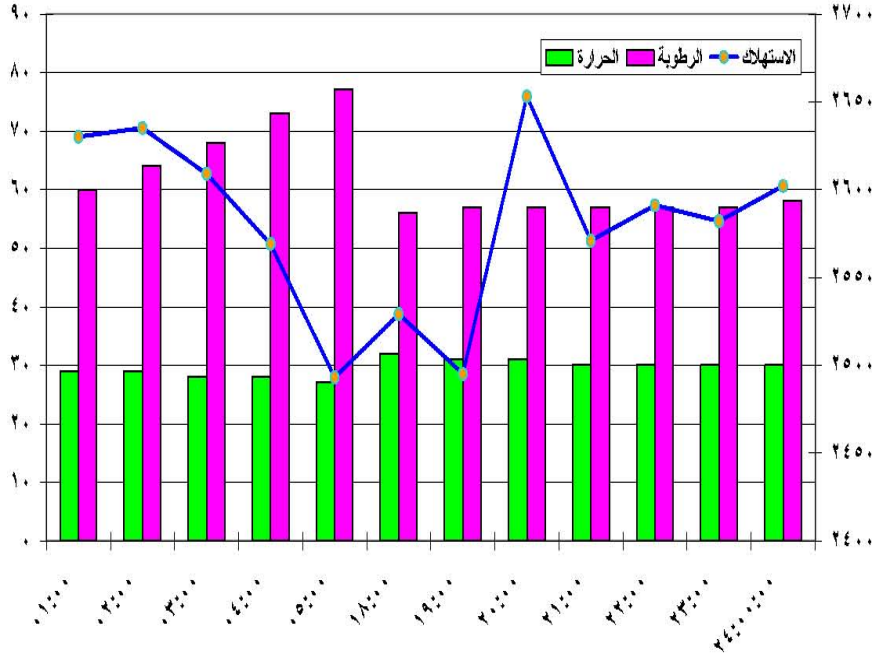
الكهرباء تُسجل عند الساعة السابعة صباحاً. ويصل الاستهلاك إلى

(١٢٠٤ ميجاوات) عند درجة الحرارة (٢٠م) والرطوبة النسبية (٧٣٪)، وهي الساعة التي تكون فيها الأرض استنفدت ما بها من طاقة حرارية عن طريق الإشعاع الأرضي وتستعد بعدها لاستقبال الإشعاع الشمسي، مما يقلل من دور الرطوبة في التأثير على قيم الاستهلاك.

ومع شروق الشمس ترتفع درجة حرارة الأرض من جديد حتى يصل الاستهلاك إلى (١٣٧٩ ميجاوات) عند الساعة العاشرة صباحاً، وتبلغ درجة الحرارة عندئذ (٢٤م)، وتقدر الرطوبة النسبية بـ(٥٨٪)، بعدها يعود منحني الاستهلاك اليومي للكهرباء إلى الارتفاع حتى يصل إلى (١٤٧٨ ميجاوات) عند الساعة الثالثة، حيث تصل درجة الحرارة إلى (٢٥م) ورطوبة نسبية (٦٠٪)، وهي الساعة التي يوجد فيها السكان في بيوتهم فتنشأ الحاجة لأجهزة التدفئة والتسخين لمواجهة البرودة الشديدة نتيجة ارتفاع نسبة الرطوبة، مما يؤكد دور الرطوبة الفعّال في زيادة الاستهلاك من الطاقة الكهربائية.

وتبلغ درجة الحرارة عندئذ (٢٤م)، وتقدر الرطوبة النسبية بـ(٥٨٪)، بعدها يعود منحني الاستهلاك اليومي للكهرباء إلى الارتفاع حتى يصل إلى (١٤٧٨ ميجاوات) عند الساعة الثالثة، حيث تصل درجة الحرارة إلى (٢٥م) ورطوبة نسبية (٦٠٪)، وهي الساعة التي يوجد فيها السكان في بيوتهم فتنشأ الحاجة لأجهزة التدفئة والتسخين لمواجهة البرودة الشديدة نتيجة ارتفاع نسبة الرطوبة، مما يؤكد دور الرطوبة الفعّال في زيادة الاستهلاك من الطاقة الكهربائية.

شكل (٤): متوسط درجات الحرارة والرطوبة والاستهلاك في مدينة جدة خلال ساعات الليل في فصل الصيف في الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦م



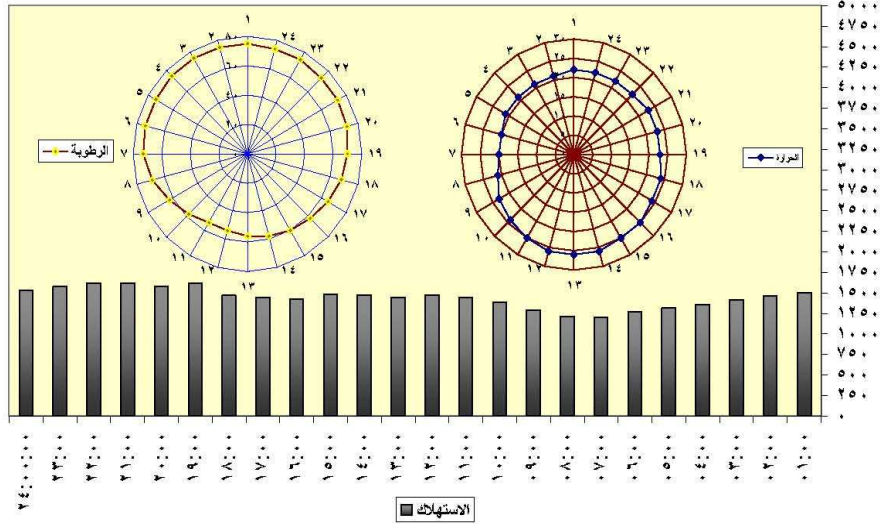
ويعود بعد ذلك منحى الاستهلاك إلى الزيادة مع ارتفاع برودة الجو حتى يصل إلى (١٥٣٢ ميجاوات) عند الساعة الثانية ليلاً عند درجة حرارة (٢٢م)، ورطوبة نسبية (٧٤٪)، ولا تنخفض درجات الحرارة كثيراً في مدينة جدة، نتيجة تأثير البحر، ولذلك تصبح المدينة عامل جذب لسكان المرتفعات المجاورة الذين يبحثون عن الدفء خلال فصل الشتاء البارد، حيث تخضع المملكة فيه لتأثير الرياح الشمالية الشرقية الباردة خلال هذا الفصل (بوقري، فايدة كامل يوسف، ٢٠٠٢م). وبانخفاض درجات الحرارة وارتفاع نسبة الرطوبة خلال ساعات الصباح الأولى ينخفض استهلاك الكهرباء خلال اليوم.

جدول (٤): متوسط البيانات الساعية لدرجات الحرارة والرطوبة والاستهلاك في مدينة جدة خلال فصل الشتاء في الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م

الساعة	الحرارة	الرطوبة	الاستهلاك
١:٠٠	٢٢	٧٥	١٥٠٤
٢:٠٠	٢١	٧٥	١٤٦٤
٣:٠٠	٢١	٧٥	١٤١٢
٤:٠٠	٢١	٧٥	١٣٥٩
٥:٠٠	٢١	٧٤	١٣١٣
٦:٠٠	٢٠	٧٤	١٢٦٩
٧:٠٠	٢٠	٧٣	١٢٠٤
٨:٠٠	٢١	٦٩	١٢٠٩
٩:٠٠	٢٣	٦٣	١٢٨٨
١٠:٠٠	٢٤	٥٨	١٣٧٩
١١:٠٠	٢٥	٥٤	١٤٤٤
١٢:٠٠	٢٦	٥٤	١٤٧٢
١٣:٠٠	٢٦	٥٦	١٤٤١
١٤:٠٠	٢٦	٥٨	١٤٧٥
١٥:٠٠	٢٥	٦٠	١٤٧٨
١٦:٠٠	٢٥	٦٢	١٤١٨
١٧:٠٠	٢٤	٦٥	١٤٤١
١٨:٠٠	٢٤	٦٨	١٤٦٩
١٩:٠٠	٢٣	٧٠	١٦١٦
٢٠:٠٠	٢٣	٧٢	١٥٧٧
٢١:٠٠	٢٣	٧٣	١٦٢٠
٢٢:٠٠	٢٢	٧٣	١٦١٨
٢٣:٠٠	٢٢	٧٤	١٥٧٥
٢٤:٠٠	٢٢	٧٤	١٥٣٢

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات الشركة السعودية الموحدة للكهرباء، (١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م).

شكل (٥): متوسط البيانات الساعية لدرجات الحرارة والرطوبة والاستهلاك في مدينة جدة خلال فصل الشتاء في الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م



درجات الحرارة والرطوبة واستهلاك الطاقة الكهربائية خلال ساعات النهار في فصل الشتاء:

يتبين من الجدول (٥) والشكل (٦) أن أعلى قيمة لاستهلاك الكهرباء خلال ساعات النهار تصل إلى (١٤٧٨ ميغاوات) عند الساعة الثالثة ظهراً. وعند درجة الحرارة (٢٥م)، ورطوبة نسبية تصل إلى (٦٠٪)، نظراً لوجود معظم السكان في هذا التوقيت في أماكن العمل، والمدارس، والجامعات، والمحلات التجارية، والمصانع؛ والحاجة الماسة لاستخدام الأجهزة الكهربائية، بينما يبدأ منحني الاستهلاك في الانخفاض بعد الساعة الثالثة ظهراً وحتى ساعات الصباح، حيث تقل قيمة الاستهلاك إلى (١٢٠٤ ميغاوات) عند الساعة السابعة صباحاً عند درجة الحرارة (٢٠م)، ورطوبة نسبية (٧٣٪)، نظراً لانحسار استخدام أجهزة

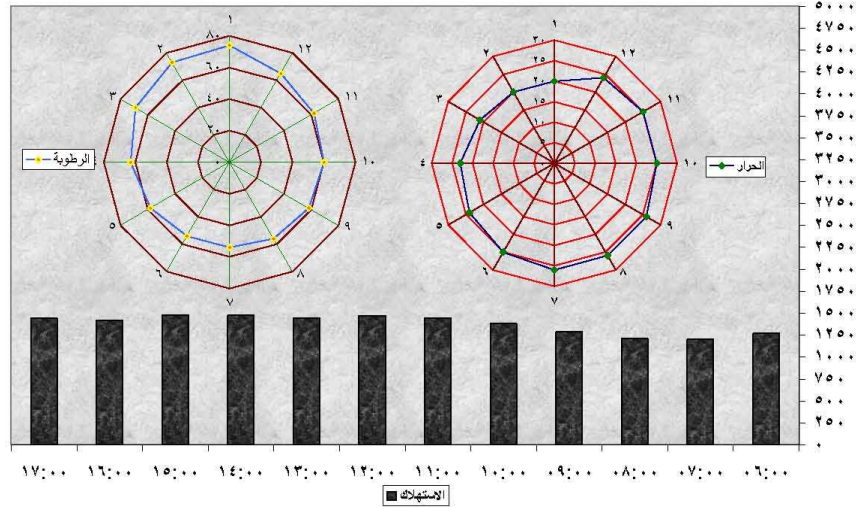
التدفئة والتكييف، لتصبح داخل المنازل فقط أثناء الليل وحتى الساعات الأولى من النهار نتيجة لإغلاق المدارس، والجامعات، والمحلات التجارية والترفيهية، والمصانع في ذلك الوقت.

جدول (٥): متوسط درجات الحرارة والرطوبة والاستهلاك في مدينة جدة خلال ساعات النهار في فصل الشتاء في الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م

الساعة	الحرارة	الرطوبة	الاستهلاك
٦:٠٠	٢٠	٧٤	١٢٦٩
٧:٠٠	٢٠	٧٣	١٢٠٤
٨:٠٠	٢١	٦٩	١٢٠٩
٩:٠٠	٢٣	٦٣	١٢٨٨
١٠:٠٠	٢٤	٥٨	١٣٧٩
١١:٠٠	٢٥	٥٤	١٤٤٤
١٢:٠٠	٢٦	٥٤	١٤٧٢
١٣:٠٠	٢٦	٥٦	١٤٤١
١٤:٠٠	٢٦	٥٨	١٤٧٥
١٥:٠٠	٢٥	٦٠	١٤٧٨
١٦:٠٠	٢٥	٦٢	١٤١٨
١٧:٠٠	٢٤	٦٥	١٤٤١
المتوسط	٢٤	٦٢	١٣٧٧
الحد الأقصى	٢٦	٧٤	١٤٧٨
الحد الأدنى	٢٠	٥٤	١٢٠٤

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات الشركة السعودية الموحدة للكهرباء، (١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م).

شكل (٦): متوسط درجات الحرارة والرطوبة والاستهلاك في مدينة جدة خلال ساعات النهار في فصل الشتاء في الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م



درجات الحرارة والرطوبة واستهلاك الطاقة الكهربائية خلال ساعات الليل في فصل الشتاء:

يتبين من الجدول (٦) والشكل (٧) أن أعلى قيم لاستهلاك الكهرباء خلال ساعات الليل تصل إلى (١٦٢٠ ميجاوات)، عند الساعة التاسعة مساءً عند درجة حرارة (٢٣م) ورطوبة نسبية (٧٣٪)، بينما تصل إلى أقل معدل لها عند الساعة الخامسة صباحاً، حيث تبلغ (١٣١٣ ميجاوات)، عند درجة حرارة (٢١م)، ورطوبة نسبية (٧٤٪).

اختبار فرضيات الدراسة:

تعد فرضيات البحث صياغة مؤقتة أو محتملة توضح العوامل أو الأحداث أو الظروف التي يحاول الباحث أن يفهمها، حتى وإن حُلَّتْ بطريقة ناقدة من حيث الاتساق والاكتمال المنطقيين، فإنه لا يمكن قبولها كأداة تفسيرية، فهي تبقى مجرد

تخمين وذات قيمة تفسيرية ضئيلة، حتى يتم التحقق من صدقها من خلال العديد من الأساليب الإحصائية (فان دالين، ١٩٨٤م: ٢٣٦ - ٢٣٧).

لذلك سيتم اختبار فرضيتي الدراسة على مرحلتين: الأولى تختص باختبار مبدئي من خلال أسلوب الإحصاءات الوصفية، ومعامل ارتباط بيرسون. أما المرحلة الأخرى فستختص باختبار نهائي من خلال أسلوب تحليل الانحدار المتعدد.

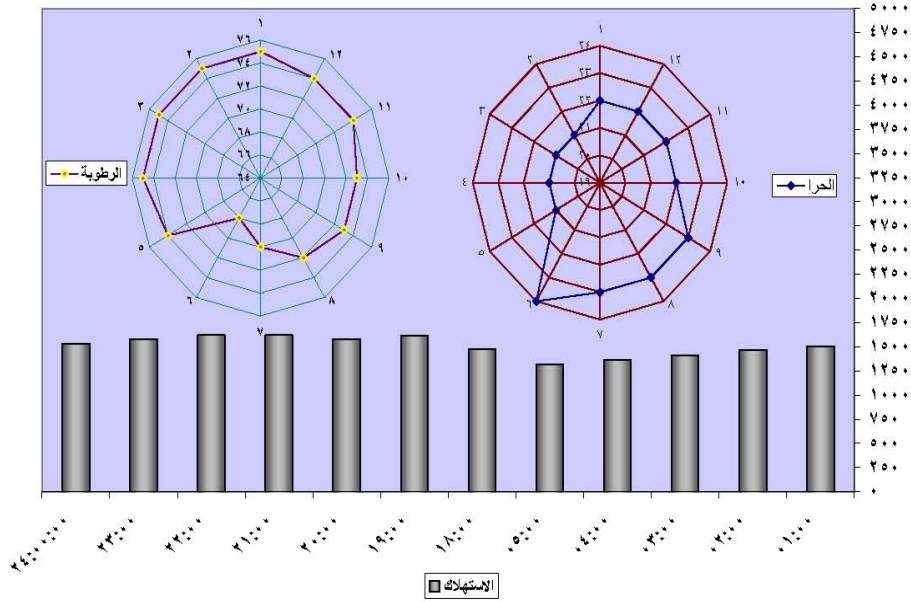
جدول (٦): متوسط درجات الحرارة والرطوبة والاستهلاك في مدينة جدة خلال ساعات الليل في فصل

الشتاء في الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦م

الساعة	الحرارة	الرطوبة	الاستهلاك
١:٠٠	٢٢	٧٥	١٥٠٤
٢:٠٠	٢١	٧٥	١٤٦٤
٣:٠٠	٢١	٧٥	١٤١٢
٤:٠٠	٢١	٧٥	١٣٥٩
٥:٠٠	٢١	٧٤	١٣١٣
١٨:٠٠	٢٤	٦٨	١٤٦٩
١٩:٠٠	٢٣	٧٠	١٦١٦
٢٠:٠٠	٢٣	٧٢	١٥٧٧
٢١:٠٠	٢٣	٧٣	١٦٢٠
٢٢:٠٠	٢٢	٧٣	١٦١٨
٢٣:٠٠	٢٢	٧٤	١٥٧٥
٢٤:٠٠	٢٢	٧٤	١٥٣٢
المتوسط	٢٢	٧٣	١٥٠٥
الحد الأقصى	٢٤	٧٥	١٦٢٠
الحد الأدنى	٢١	٦٨	١٣١٣

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات الشركة السعودية الموحدة للكهرباء، (١٩٩٤ - ٢٠٠٦م).

شكل (٧): متوسط درجات الحرارة والرطوبة والاستهلاك في مدينة جدة خلال ساعات الليل في فصل الشتاء في الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م



ويعدُّ أسلوب الإحصاءات الوصفية (المتوسطات والانحراف المعياري)، ومعامل ارتباط بيرسون من أنسب الأساليب الإحصائية عند اختبار الفرضيات اختباراً مبدئياً، فأسلوب الإحصاءات الوصفية من استعراض المتوسطات والانحراف المعياري يسمح بقياس مدى تأثير كل من المتغيرات المستقلة في المتغير التابع في آن واحد، أما معامل بيرسون للارتباط فهو يسمح بتحديد اتجاه العلاقة بين المتغيرين التابع والمستقل.

أما أسلوب تحليل الانحدار المتعدد (Multiple Regression Analysis) فيعدُّ من أنسب الأساليب الإحصائية التي يمكن من خلالها تحديد الآثار الخالصة للمتغيرات المستقلة في المتغير التابع؛ إذ يساعد على الكشف عن العلاقة بين كل

متغير مستقل على حدة والمتغير التابع في النموذج الانحداري. وعليه فإن نتائج هذا التحليل ستمثل النتائج الأساسية التي في ضوءها سيتم قبول فرضيات الدراسة أو رفضها. ويعد التوزيع الطبيعي (Normal Distribution) للمتغيرات، من أهم الشروط الأساسية التي لا بد من توافرها في البيانات عند استخدام تحليل الانحدار، ويتوافر هذا الشرط في حالة زيادة متوسطات المتغيرات عن الانحرافات المعيارية لها منعاً للوقوع في ظاهرة التسامت (Multicollinearity) التي تؤدي إلى إعطاء تقديرات خاطئة لمعاملات الانحدار. كما يجب أن يكون هناك تباين واضح بين القيم الصغرى والقصى لكل من المتغيرات، وألا يكون هناك ارتباط إيجابي قوي بين متغيرين مستقلين مما يؤثر سلباً في نتائج التحليل.

ويصاغ معامل الارتباط البسيط (Simple correlation) وفقاً للمعادلة

الآتية:

$$r_j = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})(X_{ji} - \bar{X}_j)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \sum_{i=1}^n (X_{ji} - \bar{X}_j)^2}} \quad j=1,2,\dots,13$$

حيث إن:

Y = المتغير التابع (الاستهلاك).

X_j = المتغير المستقل رقم j .

n = عدد المشاهدات (عدد القطاعات).

\bar{X}_j = الوسط الحسابي للمتغير المستقل رقم j .

\bar{Y} = الوسط الحسابي للمتغير التابع.

جدول (٧): الإحصاءات الوصفية لمتغيرات الدراسة خلال ساعات النهار صيفاً
في الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م

المتغير	المتوسط	الانحراف المعياري
الاستهلاك	٢٦٠١,٣٣٣٣	١٦٧,١٨٥٤٤
الحرارة	٣١,٠٠٠٠	١,٩٠٦٩٣
الرطوبة	٦٢,٤١٦٧	٩,١٤٩٨٥
عدد الحالات (ن) = ١٢ ساعة		

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات جدول (٢).

أولاً: العلاقة بين الحرارة والرطوبة واستهلاك الكهرباء خلال ساعات النهار في فصل الصيف:

بالنظر إلى القيم القصوى والصغرى لمتغيرات الدراسة في جدول (٢)، والانحرافات المعيارية والمتوسطات في جدول (٧)، نجد أن المتوسط العام لاستهلاك الكهرباء خلال ساعات النهار في فصل الصيف يبلغ ٢٦٠١ بانحراف معياري ١٦٧,١٨، في حين كان متوسط الحرارة ٣١ بانحراف معياري ١,٩١، ومتوسط الرطوبة ٦٢ بانحراف معياري ٩,١٥، وهو ما يدل على التباين الواضح في المتغيرات الثلاثة على مدار ١٢ ساعة، وهذا يؤكد صلاحيتها لتطبيق معامل ارتباط بيرسون، ومعامل الانحدار المتعدد عليها.

يتبين من جدول (٨) وجود علاقة طردية قوية ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠١ تبلغ ٠,٩٣٢ بين استهلاك الطاقة الكهربائية ودرجات الحرارة خلال ساعات النهار في فصل الصيف. بينما يشير الجدول إلى وجود علاقة ارتباطية عكسية أقوى بين استهلاك الطاقة الكهربائية ومعدلات الرطوبة النسبية تبلغ - ٠,٩٥٣ ولها دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠١.

كما توجد علاقة ارتباطية عكسية قوية بلغت - ٠,٩٧٤ دالة إحصائياً عند مستوى ٠,٠١ ، ولكنها غير مؤثرة في نتائج تحليل الانحدار نظراً لأنها سالبة.

جدول (٨): قياس الارتباط بين الاستهلاك (المتغير التابع) والحرارة والرطوبة (المتغيرين المستقلين) خلال ساعات النهار في فصل الصيف عن الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م

المتغير	الاستهلاك	الحرارة	الرطوبة
الاستهلاك	١	◆◆٠,٩٣٢	◆◆٠,٩٥٣ -
الحرارة	◆◆٠,٩٣٢	١	◆◆٠,٩٧٤ -
الرطوبة	◆◆٠,٩٥٣ -	◆◆٠,٩٧٤ -	١
◆◆ ارتباط دال إحصائياً عند مستوى معنوية ٠,٠١			

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات جدول (٢).

جدول (٩): تحليل التباين لقياس انحدار الحرارة والرطوبة مع استهلاك الكهرباء خلال ساعات النهار في فصل الصيف عن الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م

مصدر التباين	مجموع الانحرافات التريبية	درجات الحرية	متوسط الانحرافات التريبية	اختبار (ف)	مستوى الدلالة المعنوية
تباين الانحدار	٢٧٩٣٣٧,٩٤٩	٢	١٣٩٦٦٨,٩٧٤	٤٤,٦٩٨	٠,٠٠٠
تباين الخطأ	٢٨١٢٢,٧١٨	٩	٣١٢٤,٧٤٦		
المجموع	٣٠٧٤٦٠,٦٦٧	١١			

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات جدول (٢).

بتفحص جدول (٩) يتبين أن كل من الحرارة والرطوبة لهما انحدار دال إحصائياً مع الاستهلاك ، حيث بلغت قيمة (ف) ٤٤,٦٩٨ وهي دالة إحصائياً عند مستوى معنوية ٠,٠٠٠ ، كما بلغت قيمة التباين المفسر ٠,٩٠٩ ، وهذا يعني أن للحرارة والرطوبة تأثيراً كبيراً

في استهلاك الطاقة الكهربائية خلال ساعات النهار صيفاً، وبالتالي بالإمكان استخدامهما في التنبؤ بحجم الاستهلاك.

جدول (١٠): تحليل الانحدار المتعدد لقياس تأثير الحرارة والرطوبة في استهلاك الكهرباء خلال ساعات النهار في فصل الصيف عن الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦م

المتغير	اتجاه العلاقة المتوقع حسب الفروض النظرية للدراسة	معامل الانحدار المعياري	اختبار (ت)	مستوى دلالة (ت)
الحرارة	+	٠,٠٧١	٠,١٥٩	٠,٨٧٨
الرطوبة	-	٠,٨٨٤ -	١,٩٧٤ -	٠,٠٨٠
معامل الانحدار (R)			٠,٩٥٣	
التباين المفسر (R Square)			٠,٩٠٩	
التباين المصحح (Adjusted R Square)			٠,٨٨٨	
الخطأ المعياري (Standard Error)			٥٥,٨٩٩٤٣	
اختبار إف للدلالة الإحصائية (F-Test)			٤٤,٦٩٨	
مستوى الدلالة المعنوية (Significant)			٠,٠٠٠	
عدد الحالات المستخدمة في النموذج			١٢	
عدد الحالات المحذوفة للتخلص من القيم المتطرفة			لا يوجد	

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات جدول (٢).

بالنظر إلى جدول (١٠) الذي يحتوي على نتائج تحليل الانحدار المتعدد بين الحرارة والرطوبة ومعدل الاستهلاك خلال ساعات النهار صيفاً، نجد أن قيمة اختبار (ت) لمتغير الحرارة جاءت إيجابية بقيمة ٠,١٥٩ عند مستوى دلالة معنوية ٠,٨٧٨، وهو ما يتفق مع الفرضية الأولى للدراسة، في حين بلغت قيمة (ت)

لمتغير الرطوبة - ١,٩٧٤ عند مستوى دلالة ٠,٠٨٠، وهو ما يتفق أيضاً مع الفرضية الثانية للدراسة.

وجدير بالذكر أنّ كل من متغيري الحرارة والرطوبة لم يكن دالاً إحصائياً؛ لأنه لم يصل إلى مستوى الدلالة ٠,٠٥، فما دون، إلا أن تأثير الرطوبة كان له دلالة إحصائية تفوق تأثير الحرارة بمراحل في استهلاك الكهرباء.

كما يوضح الجدول أن كمية التباين المفسر، من خلال المتغيرات المستقلة، قد بلغ نحو ٠,٩٠٩؛ مما يعني أن تلك المتغيرات تفسر نحو ٩١٪ من الاختلاف والتباين في كمية الاستهلاك، وربما ترجع بقية النسبة غير المفسرة ٩٪ لعدد من المتغيرات الخارجة عن نطاق الدراسة بخلاف الحرارة والرطوبة.

أما من ناحية مدى ملاءمة النموذج الانحداري (Goodness of fit of the model)، فقد تم التأكد من ذلك من خلال الشكل الاحتمالي الطبيعي (Normal Probability Plot) (شكل : ٨)، الذي بين أن التباين غير المفسر Residuals يتوزع في شكل خط مستقيم، مما يدل على قوة ملاءمة النموذج الانحداري للبيانات المستخدمة في الدراسة، وكذلك مدى استيفاء النموذج للافتراضات اللازمة لتحليل الانحدار، وذلك كمسلمات التوزيع الطبيعي، وخطية العلاقة Linearity، وخلو النموذج من القيم المتطرفة Outliers.

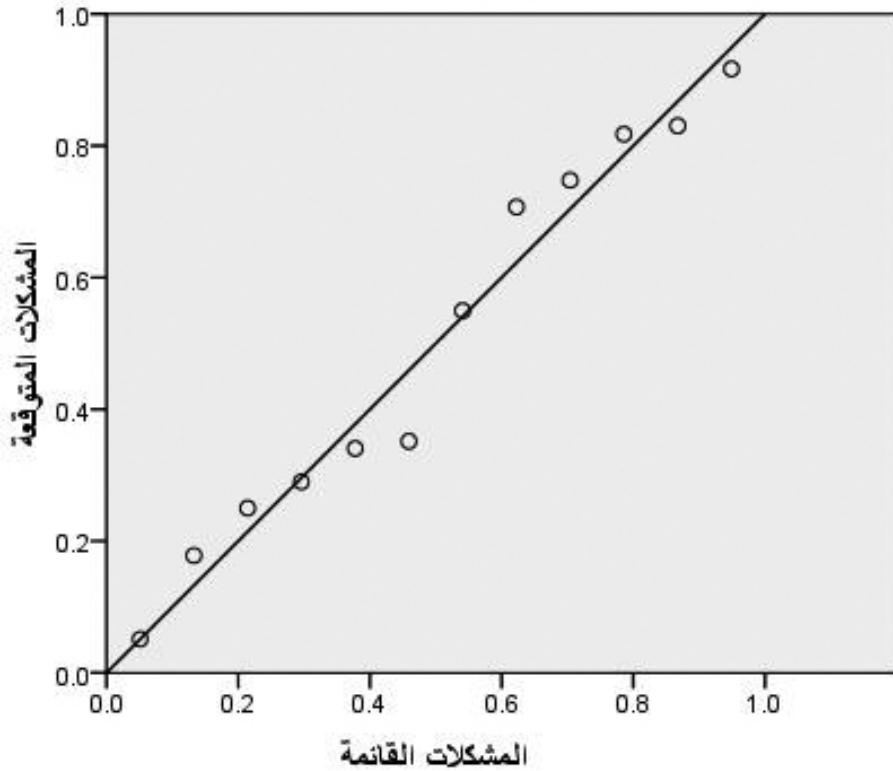
ثانياً: العلاقة بين الحرارة والرطوبة واستهلاك الكهرباء خلال ساعات الليل في فصل الصيف:

بالنظر إلى القيم القصوى والصغرى لمتغيرات الدراسة في جدول (٣) والانحرافات المعيارية والمتوسطات في جدول (١١)، نجد أن المتوسط العام

لاستهلاك الكهرباء خلال ساعات الليل في فصل الصيف يبلغ ٢٥٨٠ بانحراف معياري ٥٢.١٢٣، في حين كان متوسط الحرارة ٣٠ بانحراف معياري ١.٤٤، ومتوسط الرطوبة ٦٢ بانحراف معياري ٧.١٨، وهو ما يدل على التباين الواضح في المتغيرات الثلاثة على مدار ١٢ ساعة، وهذا يؤكد صلاحيتها لتطبيق معامل ارتباط بيرسون ومعامل الانحدار المتعدد عليها.

شكل (٨): المنحنى الخطي الاحتمالي الطبيعي للتباين غير المفسر في تأثر معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية بالحرارة والرطوبة خلال ساعات النهار في فصل الصيف

المتغير التابع: الاستهلاك



جدول (١١): الإحصاءات الوصفية لمتغيرات الدراسة خلال ساعات الليل صيفاً

في الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦م

المتغير	المتوسط	الانحراف المعياري
الاستهلاك	٢٥٧٩,٩٢	٥٢,١٣٧
الحرارة	٢٩,٥٨	١,٤٤٣
الرطوبة	٦١,٧٥	٧,١٧٥
عدد الحالات (ن) = ١٢ ساعة		

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات جدول (٣).

جدول (١٢): قياس الارتباط بين الاستهلاك (المتغير التابع) والحرارة والرطوبة (المتغيرين المستقلين)

خلال ساعات الليل في فصل الصيف عن الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦م

المتغير	الاستهلاك	الحرارة	الرطوبة
الاستهلاك	١	٠,٠٠٧	- ٠,٢٣٩
الحرارة	٠,٠٠٧	١	- ♦♦٠,٨٩٨
الرطوبة	- ٠,٢٣٩	- ♦♦٠,٨٩٨	١
♦♦ ارتباط دال إحصائياً عند مستوى معنوية ٠,٠١			

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات جدول (٣).

يتبين من جدول (١٢) وجود علاقة طردية ضعيفة جداً بلغت ٠,٠٠٧ ، ليس لها دلالة إحصائية بين استهلاك الطاقة الكهربائية ودرجات الحرارة خلال ساعات الليل في فصل الصيف. بينما يشير الجدول إلى وجود علاقة ارتباطية عكسية بين استهلاك الطاقة الكهربائية ومعدلات الرطوبة النسبية بلغت - ٠,٢٣٩ وهي غير دالة إحصائياً. كما توجد علاقة ارتباطية عكسية قوية بلغت - ٠,٨٩٨ دالة إحصائياً عند مستوى ٠,٠١ ، ولكنها غير مؤثرة على نتائج تحليل الانحدار نظراً لأنها سالبة.

جدول (١٣): تحليل التباين لقياس انحدار الحرارة والرطوبة مع استهلاك الكهرباء

خلال ساعات الليل في فصل الصيف عن الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م

مصدر التباين	مجموع الانحرافات التريعية	درجات الحرية	متوسط الانحرافات التريعية	اختبار (ف)	مستوى الدلالة المعنوية
تباين الانحدار	٨٣٦٥,٧٨٢	٢	٤١٨٢,٨٩١	١,٧٤٨	٠,٢٢٨
تباين الخطأ	٢١٥٣٥,١٣٤	٩	٢٣٩٢,٧٩٣		
المجموع	٢٩٩٠٠,٩١٧	١١			

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات جدول (٣).

بتفحص جدول (١٣) يتبين أنّ كلاً من الحرارة والرطوبة لهما انحدار ضعيف وغير دال إحصائياً مع الاستهلاك، حيث بلغت قيمة (ف) ١,٧٤٨ وهي غير دالة إحصائياً عند مستوى معنوية ٠,٠٥، فما دون، حيث بلغ مستوى المعنوية ٠,٢٢٨، كما بلغت قيمة التباين المفسر ٠,١٢٠ وهذا يعني أن الحرارة والرطوبة ليس لهما تأثير واضح في استهلاك الطاقة الكهربائية خلال ساعات الليل في فصل الصيف.

بالنظر إلى جدول (١٤) الذي يحتوي على نتائج تحليل الانحدار المتعدد بين الحرارة والرطوبة ومعدل الاستهلاك خلال ساعات الليل صيفاً نجد أن قيمة اختبار (ت) لمتغير الحرارة جاءت سلبية بقيمة - ١,٦٦٨ عند مستوى دلالة معنوية ٠,١٣٠، وهو ما يختلف مع الفرضية الأولى للدراسة، في حين بلغت قيمة (ت) لمتغير الرطوبة - ١,٨٧٠ عند مستوى دلالة ٠,٠٩٤، وهو ما يتفق مع الفرضية الثانية للدراسة. ولم يكن كل من متغيري الحرارة والرطوبة ذا دلالة إحصائية لأنه لم يصل إلى مستوى الدلالة ٠,٠٥، فما دون، إلا أن تأثير الرطوبة كان له دلالة إحصائية تفوق تأثير الحرارة في استهلاك الطاقة الكهربائية.

جدول (١٤): تحليل الانحدار المتعدد لقياس تأثير الحرارة والرطوبة في استهلاك الكهرباء

خلال ساعات الليل في فصل الصيف عن الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦م

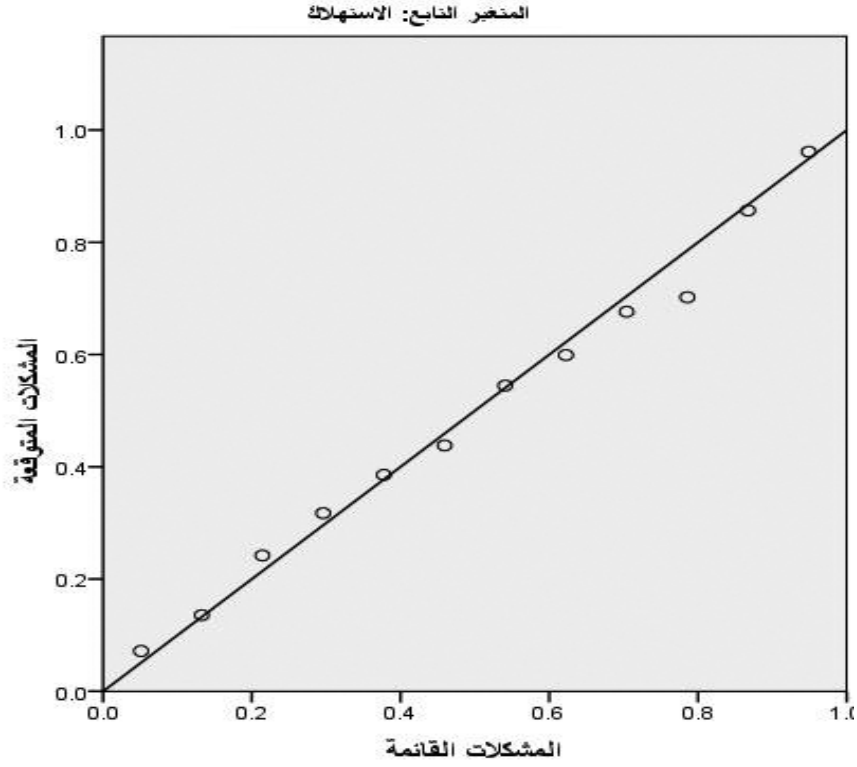
المتغير	اتجاه العلاقة المتوقع حسب الفروض النظرية للدراة	معامل الانحدار المعياري	اختبار (ت)	مستوى دلالة (ت)
الحرارة	+	١,٠٧٠ -	١,٦٦٨ -	٠,١٣٠
الرطوبة	-	١,٢٠٠ -	١,٨٧٠ -	٠,٠٩٤
معامل الانحدار (R)				٠,٥٢٩
التباين المفسر (R Square)				٠,٢٨٠
التباين المصحح (Adjusted R Square)				٠,١٢٠
الخطأ المعياري (Standard Error)				٤٨,٩١٦
اختبار إف للدلالة الإحصائية (F-Test)				١,٧٤٨
مستوى الدلالة المعنوية (Significant)				٠,٢٢٨
عدد الحالات المستخدمة في النموذج				١٢
عدد الحالات المحذوفة للتخلص من القيم المتطرفة				لا يوجد

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات جدول (٣).

كما يوضح الجدول أن كمية التباين المفسر، من خلال المتغيرات المستقلة، قد بلغ نحو ٠,٢٨٠؛ مما يعني أن تلك المتغيرات تفسر نحو ٢٨٪ من الاختلاف والتباين في كمية الاستهلاك، وربما ترجع بقية النسبة غير المفسرة ٧٢٪ لعدد من المتغيرات الخارجة عن نطاق الدراة بخلاف الحرارة والرطوبة.

وبين شكل (٩) أن التباين غير المفسر يتوزع في شكل خط مستقيم مما يدل على قوة ملائمة النموذج الانحداري للبيانات المستخدمة، وكذلك مدى استيفاء النموذج للافتراضات اللازمة لتحليل الانحدار.

شكل (٩): المنحنى الخطي الاحتمالي للتباين غير المفسر في تأثير معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية بالحرارة والرطوبة خلال ساعات الليل في فصل الصيف



جدول (١٥): الإحصاءات الوصفية لمتغيرات الدراسة خلال ساعات النهار شتاءً

في الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م

المتغير	المتوسط	الانحراف المعياري
الاستهلاك	١٣٧٦,٥٠٠٠	١٠٤,٨٥٠٩٨
الحرارة	٢٣,٧٥٠٠	٢,٢٦١٣٤
الرطوبة	٦٢,١٦٦٧	٦,٨٩٩٧١
عدد الحالات (ن) = ١٢ ساعة		

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات جدول (٥).

ثالثاً: العلاقة بين الحرارة والرطوبة واستهلاك الكهرباء خلال ساعات النهار في فصل الشتاء:

بالنظر إلى القيم القصوى والصغرى لمتغيرات الدراسة في جدول (٥) والانحرافات المعيارية والمتوسطات في جدول (١٥)، نجد أن المتوسط العام لاستهلاك الكهرباء خلال ساعات النهار في فصل الشتاء يبلغ ١٣٧٧، بانحراف معياري ١٠٤.٨٥، في حين كان متوسط الحرارة ٢٤، بانحراف معياري ٢.٢٦، ومتوسط الرطوبة ٦٢، بانحراف معياري ٦.٨٩، وهو ما يدل على التباين الواضح في المتغيرات الثلاثة على مدار ١٢ ساعة، وهذا يؤكد صلاحيتها لتطبيق معامل ارتباط بيرسون ومعامل الانحدار المتعدد عليها.

يتبين من جدول (١٦) وجود علاقة طردية قوية ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠.٠١ تبلغ ٠.٩٣٥ بين استهلاك الطاقة الكهربائية ودرجات الحرارة خلال ساعات النهار في فصل الشتاء. بينما يشير الجدول إلى وجود علاقة ارتباطية عكسية قوية أيضاً بين استهلاك الطاقة الكهربائية ومعدلات الرطوبة النسبية تبلغ - ٠.٨٢٣ ولها دلالة إحصائية عند مستوى ٠.٠١. كما توجد علاقة ارتباطية عكسية قوية بلغت - ٠.٩٢٩ دالة إحصائياً عند مستوى ٠.٠١، ولكنها غير مؤثرة على نتائج تحليل الانحدار نظراً لأنها سالبة.

يبين جدول (١٧) أن كلاً من الحرارة والرطوبة لهما انحدار دال إحصائياً مع الاستهلاك، حيث بلغت قيمة (ف) ٣٦.١٤٥، وهي دالة إحصائياً عند مستوى معنوية ٠.٠٠٠، كما بلغت قيمة التباين المفسر ٠.٨٨٩ وهذا يعني أن الحرارة والرطوبة لهما تأثير واضح في استهلاك الطاقة الكهربائية خلال ساعات النهار في فصل الشتاء.

جدول (١٦): قياس الارتباط بين الاستهلاك (المتغير التابع) والحرارة والرطوبة (المتغيرين المستقلين)

خلال ساعات النهار في فصل الشتاء عن الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م

المتغير	الاستهلاك	الحرارة	الرطوبة
الاستهلاك	١	◆◆٠.٩٣٥	◆◆٠.٨٢٣ -
الحرارة	◆◆٠.٩٣٥	١	◆◆٠.٩٢٩ -
الرطوبة	◆◆٠.٨٢٣ -	◆◆٠.٩٢٩ -	١
◆◆ ارتباط دال إحصائياً عند مستوى معنوية ٠.٠١			

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات جدول (٥).

جدول (١٧): تحليل التباين لقياس انحدار الحرارة والرطوبة مع استهلاك الكهرباء

خلال ساعات النهار في فصل الشتاء عن الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م

مصدر التباين	مجموع الانحرافات التربيعية	درجات الحرية	متوسط الانحرافات التربيعية	اختبار (ف)	مستوى الدلالة المعنوية
تباين الانحدار	١٠٧٥٤٢.١٠٤	٢	٥٣٧٧١.٠٥٢	٣٦.١٤٥	٠.٠٠٠
تباين الخطأ	١٣٣٨٨.٨٩٦	٩	١٤٨٧.٦٥٥		
المجموع	١٢٠٩٣١.٠٠٠	١١			

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات جدول (٥).

بالنظر إلى جدول (١٨) نجد أن قيمة اختبار (ت) لمتغير الحرارة جاءت إيجابية بقيمة ٤.١٤٣ وذو دلالة إحصائية عالية عند مستوى دلالة معنوية ٠.٠٠٣، وهو ما يتفق مع الفرضية الأولى للدراسة، في حين بلغت قيمة (ت) لمتغير الرطوبة ١.١٠٩ في اتجاه إيجابي عند مستوى دلالة ٠.٢٩٦، وبالتالي فمؤشر الرطوبة غير دال إحصائياً وهو ما يختلف مع الفرضية الثانية للدراسة.

جدول (١٨): تحليل الانحدار المتعدد لقياس تأثير الحرارة والرطوبة في استهلاك الكهرباء خلال ساعات النهار في فصل الشتاء عن الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦ م

المتغير	اتجاه العلاقة المتوقع حسب الفروض النظرية للدراة	معامل الانحدار المعياري	اختبار (ت)	مستوى دلالة (ت)
الحرارة	+	١,٢٤٥	٤,١٤٣	٠,٠٠٣
الرطوبة	-	٠,٣٣٣	١,١٠٩	٠,٢٩٦
معامل الانحدار (R)			٠,٩٤٣	
التباين المفسر (R Square)			٠,٨٨٩	
التباين المصحح (Adjusted R Square)			٠,٨٦٥	
الخطأ المعياري (Standard Error)			٣٨,٥٧٠١٣	
اختبار إف للدلالة الإحصائية (F-Test)			٣٦,١٤٥	
مستوى الدلالة المعنوية (Significant)			٠,٠٠٠	
عدد الحالات المستخدمة في النموذج			١٢	
عدد الحالات المحذوفة للتخلص من القيم المتطرفة			لا يوجد	

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات جدول (٥).

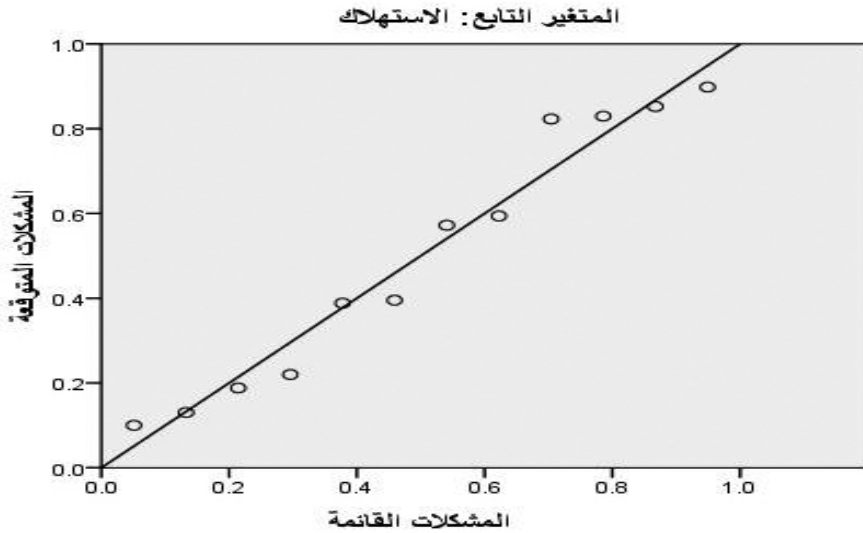
كما يوضح الجدول أن كمية التباين المفسر، من خلال المتغيرات المستقلة، قد بلغ نحو ٠,٨٨٩؛ مما يعني أن تلك المتغيرات تفسر نحو ٨٩٪ من الاختلاف والتباين في كمية الاستهلاك، ويعتمد في معظمه على متغير الحرارة، وربما ترجع بقية النسبة غير المفسرة ١١٪ لعدد من المتغيرات الخارجة عن نطاق الدراة بخلاف الحرارة والرطوبة.

وبين شكل (١٠)، أن التباين غير المفسر يتوزع في شكل خط مستقيم مما يدل على قوة ملائمة النموذج الانحداري للبيانات المستخدمة، وكذلك مدى استيفاء النموذج للافتراضات اللازمة لتحليل الانحدار.

رابعاً: العلاقة بين الحرارة والرطوبة واستهلاك الكهرباء خلال ساعات الليل في فصل الشتاء:

بالنظر إلى جدول (٦)، و جدول (١٩)، نجد أن المتوسط العام لاستهلاك الكهرباء خلال ساعات الليل في فصل الشتاء يبلغ ١٥٠٥، بانحراف معياري ١٠٣.٩٨٢، في حين كان متوسط الحرارة ٢٢، بانحراف معياري ٠.٩٩٦، ومتوسط الرطوبة ٧٣، بانحراف معياري ٢.٢٠٩، وهو ما يدل على التباين الواضح في المتغيرات الثلاثة على مدار ١٢ ساعة، وهذا يؤكد صلاحيتها لتطبيق معامل ارتباط بيرسون ومعامل الانحدار المتعدد عليها.

شكل (١٠): المنحنى الخطي الاحتمالي الطبيعي للتباين غير المفسر في تأثير معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية بالحرارة والرطوبة خلال ساعات النهار في فصل الشتاء



جدول (١٩): الإحصاءات الوصفية لمتغيرات الدراسة خلال ساعات النهار شتاءً في الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦م

المتغير	المتوسط	الانحراف المعياري
الاستهلاك	١٥٠٤,٩٢	١٠٣,٩٨٢
الحرارة	٢٢,٠٨	٠,٩٩٦
الرطوبة	٧٣,١٧	٢,٢٠٩
عدد الحالات (ن) = ١٢ ساعة		

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات جدول (٦).

جدول (٢٠): قياس الارتباط بين الاستهلاك (المتغير التابع) والحرارة والرطوبة (المتغيرين المستقلين) خلال ساعات الليل في فصل الشتاء عن الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦م

المتغير	الاستهلاك	الحرارة	الرطوبة
الاستهلاك	١	❖٠,٦١٣	- ٠,٣٤٩
الحرارة	❖٠,٦١٣	١	-
الرطوبة	- ٠,٣٤٩	-	١
❖ ارتباط دال إحصائياً عند مستوى معنوية ٠,٠٥			
❖❖ ارتباط دال إحصائياً عند مستوى معنوية ٠,٠١			

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات جدول (٦).

يتبين من جدول (٢٠)، وجود علاقة طردية دالة إحصائياً عند مستوى ٠,٠٥ بلغت ٠,٦١٣، بين استهلاك الطاقة الكهربائية ودرجات الحرارة خلال ساعات الليل في فصل الشتاء. بينما يشير الجدول إلى وجود علاقة ارتباطية عكسية بين استهلاك الطاقة الكهربائية ومعدلات الرطوبة النسبية بلغت - ٠,٣٤٩ وهي غير دالة إحصائياً.

كما توجد علاقة ارتباطية عكسية بلغت - ٠,٨٧٤ دالة إحصائياً عند مستوى ٠,٠١ ، ولكنها غير مؤثرة على نتائج تحليل الانحدار نظراً لأنها سالبة. بتفحص جدول (٢١)، يتبين أن كل من الحرارة والرطوبة لهما انحدار دال إحصائياً عند مستوى معنوية ٠,٠٥ مع الاستهلاك، حيث بلغت قيمة (ف) ٤,٩٤٤ ، كما بلغت قيمة التباين المفسر ٠,٥٢٤ وهذا يعني أن للحرارة والرطوبة تأثيرين واضحين في استهلاك الطاقة الكهربائية خلال ساعات الليل في فصل الشتاء.

جدول (٢١): تحليل التباين لقياس انحدار الحرارة والرطوبة مع استهلاك الكهرباء خلال ساعات الليل في فصل الشتاء عن الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦م

مصدر التباين	مجموع الانحرافات التربيعية	درجات الحرية	متوسط الانحرافات التربيعية	اختبار (ف)	مستوى الدلالة المعنوية
تباين الانحدار	٦٢٢٦٢,٧٠٣	٢	٣١١٣١,٣٥٢	٤,٩٤٤	٠,٠٣٦
تباين الخطأ	٥٦٦٧٢,٢١٣	٩	٦٢٩٦,٩١٣		
المجموع	١١٨٩٣٤,٩١٧	١١			

المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات جدول (٦).

جدول (٢٢): تحليل الانحدار المتعدد لقياس تأثير الحرارة والرطوبة في استهلاك الكهرباء خلال ساعات الليل في فصل الشتاء عن الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٦م

المتغير	اتجاه العلاقة المتوقع حسب الفروض النظرية للدراسة	معامل الانحدار المعياري	اختبار (ت)	مستوى دلالة (ت)
الحرارة	+	١,٣٠٧	٢,٧٥٤	٠,٠٢٢
الرطوبة	-	٠,٧٩٤	١,٦٧٣	٠,١٢٩
معامل الانحدار (R)				٠,٧٢٤
التباين المفسر (R Square)				٠,٥٢٤

التباين المصحح (Adjusted R Square)	٠.٤١٨
الخطأ المعياري (Standard Error)	٧٩.٣٥٣
اختبار إف للدلالة الإحصائية (F-Test)	٤.٩٤٤
مستوى الدلالة المعنوية (Significant)	٠.٠٣٦
عدد الحالات المستخدمة في النموذج	١٢
عدد الحالات المحذوفة للتخلص من القيم المتطرفة	لا يوجد

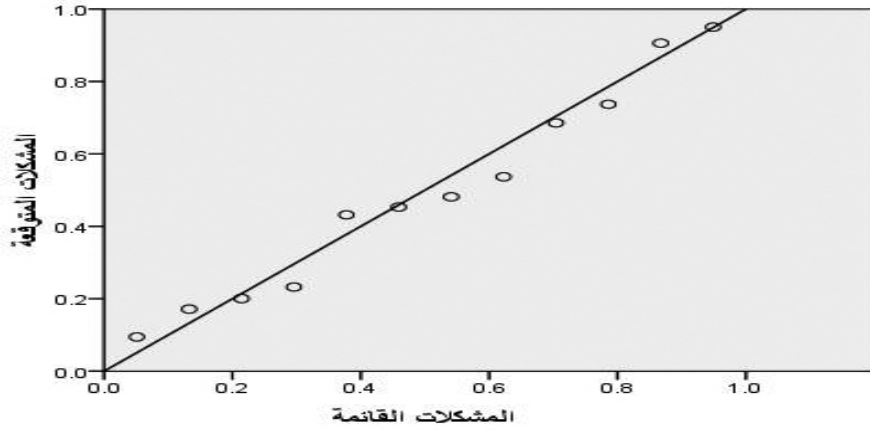
المصدر: من عمل الباحثة استناداً إلى: بيانات جدول (٦).

بالنظر إلى جدول (٢٢)، نجد أن قيمة اختبار (ت) لمتغير الحرارة جاءت إيجابية بقيمة ٢.٧٥٤، وذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة معنوية ٠.٠٢٢، وهو ما يتفق مع الفرضية الأولى للدراسة، في حين بلغت قيمة (ت) لمتغير الرطوبة ١.٦٧٣ في اتجاه إيجابي عند مستوى دلالة ٠.١٢٩، وبالتالي فمؤشر الرطوبة غير دال إحصائياً، وهو ما يختلف مع الفرضية الثانية للدراسة.

كما يوضح الجدول أن كمية التباين المفسر، من خلال المتغيرات المستقلة، قد بلغ نحو ٠.٥٢٤؛ مما يعني أن تلك المتغيرات تفسر نحو ٥٢٪ من الاختلاف والتباين في كمية الاستهلاك، ويعتمد في معظمه على متغير الحرارة، وربما ترجع بقية النسبة غير المفسرة ٤٨٪ لعدد من المتغيرات الخارجة عن نطاق الدراسة بخلاف الحرارة والرطوبة.

وبين شكل (١١) أن التباين غير المفسر يتوزع في شكل خط مستقيم مما يدل على قوة ملاءمة النموذج الانحداري للبيانات المستخدمة، وكذلك مدى استيفاء النموذج للافتراضات اللازمة لتحليل الانحدار.

شكل (١١): المنحنى الخطي الاحتمالي للطبيعي للتباين غير المفسر في تأثير معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية بالحرارة والرطوبة خلال ساعات الليل في فصل الشتاء المتغير التابع: الاستهلاك



نتائج اختبار فرضيات الدراسة:

أولاً: نتائج اختبار الفرضية الأولى:

"توجد علاقة طردية بين معدل استهلاك الطاقة الكهربائية ودرجات الحرارة".

١- خلال ساعات النهار في فصل الصيف:

تمخضت نتائج تحليل معامل ارتباط بيرسون عن وجود علاقة ارتباطية طردية قوية ذات دلالة إحصائية بين استهلاك الطاقة الكهربائية ودرجات الحرارة خلال ساعات النهار في فصل الصيف. وتؤكد ذلك من خلال تحليل الانحدار المتعدد، حيث جاءت قيمة (ف) مرتفعة ودالة إحصائياً، وهذا يعني أن للحرارة تأثيراً كبيراً في استهلاك الطاقة الكهربائية خلال ساعات النهار صيفاً، كما نجد أن قيمة اختبار (ت) لمتغير الحرارة جاءت إيجابية، وهو ما يتفق تماماً مع الفرضية الأولى للدراسة.

٣- خلال ساعات الليل في فصل الصيف:

أظهر معامل ارتباط بيرسون وجود علاقة طردية ضعيفة للغاية وغير دالة إحصائياً بين استهلاك الطاقة الكهربائية ودرجات الحرارة خلال ساعات الليل صيفاً. كما جاءت قيمة (ف) في تحليل الانحدار المتعدد منخفضة وغير دالة إحصائياً، وجاءت قيمة اختبار (ت) لتحسم النتيجة حيث ظهرت بقيمة سالبة ولكنها غير دالة إحصائياً، مما يعني أن متغير الحرارة لا يؤثر بشكل فاعل في معدل استهلاك الطاقة الكهربائية خلال ساعات الليل في فصل الصيف، الأمر الذي يختلف مع الفرضية الأولى للدراسة.

٣- خلال ساعات النهار في فصل الشتاء:

أثبتت نتيجة معامل ارتباط بيرسون وجود علاقة ارتباطية طردية قوية ودالة إحصائياً بين معدل استهلاك الطاقة الكهربائية ودرجات الحرارة خلال ساعات النهار في فصل الشتاء، كما أثبت ذلك أيضاً تحليل الانحدار المتعدد، حيث جاءت قيمة (ف) مرتفعة ودالة إحصائياً، وكذلك قيمة (ت) إيجابية ومرتفعة ودالة إحصائياً مما يؤكد التأثير الكبير للحرارة على معدلات الاستهلاك للطاقة الكهربائية خلال ساعات النهار شتاءً، وهو ما يتفق تماماً مع الفرضية الأولى للدراسة.

٤- خلال ساعات الليل في فصل الشتاء:

أكد معامل ارتباط بيرسون على وجود علاقة ارتباطية طردية دالة إحصائياً بين معدل استهلاك الطاقة الكهربائية ودرجات الحرارة خلال ساعات الليل شتاءً، كذلك جاءت قيمة (ف) في تحليل الانحدار المتعدد دالة إحصائياً، وقيمة (ت) إيجابية ودالة إحصائياً، وهو ما يؤكد التأثير الواضح لدرجات الحرارة في

معدل استهلاك الطاقة الكهربائية خلال ساعات الليل في فصل الشتاء كما جاء في الفرضية الأولى للدراسة.

ثانياً: نتائج اختبار الفرضية الثانية:

"توجد علاقة عكسية بين معدل استهلاك الطاقة الكهربائية ومعدلات الرطوبة النسبية".

١- خلال ساعات النهار في فصل الصيف:

أكدت نتائج تحليل معامل ارتباط بيرسون وجود علاقة ارتباطية عكسية قوية ودالة إحصائياً بين استهلاك الطاقة الكهربائية ومعدلات الرطوبة النسبية خلال ساعات النهار في فصل الصيف. وأكد على ذلك تحليل الانحدار المتعدد، إذ جاءت قيمة (ف) مرتفعة ودالة إحصائياً، وهذا يعني أن للرطوبة النسبية تأثيراً كبيراً في استهلاك الطاقة الكهربائية خلال ساعات النهار صيفاً، كما نجد أن قيمة اختبار (ت) لمتغير الحرارة جاءت سالبة، وهو ما يتفق تماماً مع الفرضية الثانية للدراسة. وتجدر الإشارة هنا إلى أن كافة نتائج التحليلات أكدت على أن للرطوبة النسبية تأثيراً يفوق تأثير الحرارة في معدلات الاستهلاك خلال ساعات النهار صيفاً.

٢- خلال ساعات الليل في فصل الصيف:

أظهر معامل ارتباط بيرسون وجود علاقة عكسية وغير دالة إحصائياً بين استهلاك الطاقة الكهربائية ومعدلات الرطوبة النسبية خلال ساعات الليل صيفاً. كما جاءت قيمة (ف) في تحليل الانحدار المتعدد منخفضة وغير دالة إحصائياً، وحسبت قيمة اختبار (ت) النتيجة، حيث جاءت سالبة ولكنها غير دالة إحصائياً، مما يعني أن متغير الرطوبة النسبية له تأثير واضح في معدل استهلاك الطاقة الكهربائية خلال ساعات الليل في فصل الصيف، الأمر الذي يتفق مع الفرضية الثانية للدراسة.

٣- خلال ساعات النهار في فصل الشتاء:

أكدت نتائج تحليل معامل ارتباط بيرسون وجود علاقة ارتباطية عكسية قوية ودالة إحصائياً بين معدل استهلاك الطاقة الكهربائية ومعدلات الرطوبة النسبية خلال ساعات النهار في فصل الشتاء، وفي تحليل الانحدار المتعدد، كانت قيمة (ف) مرتفعة ودالة إحصائياً، إلا أن قيمة (ت) حسمت النتيجة، حيث كانت موجبة على خلاف ما جاءت به الفرضية الثانية، ولكنها غير دالة إحصائياً، وهو ما يخالف الفرضية الثانية للدراسة.

٤- خلال ساعات الليل في فصل الشتاء:

أكد معامل ارتباط بيرسون على وجود علاقة ارتباطية عكسية غير دالة إحصائياً بين معدل استهلاك الطاقة الكهربائية والرطوبة النسبية خلال ساعات الليل شتاءً، كذلك جاءت قيمة (ف) في تحليل الانحدار المتعدد دالة إحصائياً، وقيمة (ت) إيجابية وغير دالة إحصائياً، وهو ما لا يتفق مع الفرضية الثانية للدراسة.

خلاصة نتائج التحليل:

وفقاً لما جاءت به نتائج تحليل البيانات، فقد ثبت وجود علاقة طردية قوية تربط بين معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية ودرجات الحرارة، ويظهر تأثيرها جلياً خلال ساعات النهار في فصل الصيف، وعلى مدار اليوم في فصل الشتاء، إلا أن نتائج ساعات الليل صيفاً لم تكن ذات دلالة إحصائية. وتتفق محصلة هذه النتائج مع الفرضية الأولى للدراسة ومع نتائج الدراسات السابقة. (هدى العباد، ٢٠٠٧م: هدى العباد، ٢٠٠٩م: فايدة بوقري، ٢٠٠٢م؛ بدرية حبيب، ٢٠٠٦م).

كذلك أثبتت نتائج التحليلات أن معدلات الرطوبة النسبية تسهم بشكل كبير يفوق إسهام درجات الحرارة في تغير معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية خلال فصل الصيف على مدار اليوم، إلا أن نتائج التحليل استبعدت أن يكون للرطوبة النسبية تأثير واضح في تغيير معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية خلال فصل الشتاء.

التنبؤ بكميات استهلاك الطاقة الكهربائية المتوقعة:

وللوقوف على معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية المتوقعة خلال السنوات الاثنتي عشرة المقبلة، تم إخضاع البيانات الخام لمعدلات استهلاك الطاقة الكهربائية، والحرارة، والرطوبة، خلال الاثني عشر عاماً السابقة (١٩٩٤ - ٢٠٠٥م)، لحساب المعدل السنوي لدرجات الحرارة، والرطوبة، واستهلاك الطاقة الكهربائية، بطريقة حساب المتوسط الحسابي البسيط (Simple Average):

$$م = \text{مجم (س)} \div ن$$

حيث:

$$م = \text{معدل التغير}$$

$$س = \text{معدل الاستهلاك خلال السنوات}$$

$$ن = \text{عدد السنوات محل القياس}$$

ومن ثم؛ تم حساب معدل التغير من عام إلى آخر

وبالنظر إلى الجداول (٢٣، ٢٤، ٢٥، ٢٦) يتبين الآتي:

يعكس جدول (٢٣)، مدى النمو المطرد في معدلات الاستهلاك خلال الفترة

١٩٩٤-٢٠٠٥م، في حين تحتفظ درجات الحرارة بمستويات ثابتة نسبياً (٣٣م

صيفاً - ٢٥م شتاءً)، بينما تشير قيم معدلات الرطوبة النسبية إلى مدى تأثر مناخ مدينة جدة بها، حيث تتعدى في بعض الأحيان ٨٠٪، وهي نسبة مرتفعة إلى حد ما، مما يؤكد أن الرطوبة النسبية هي الأكبر تأثيراً في معدلات استهلاك الكهرباء.

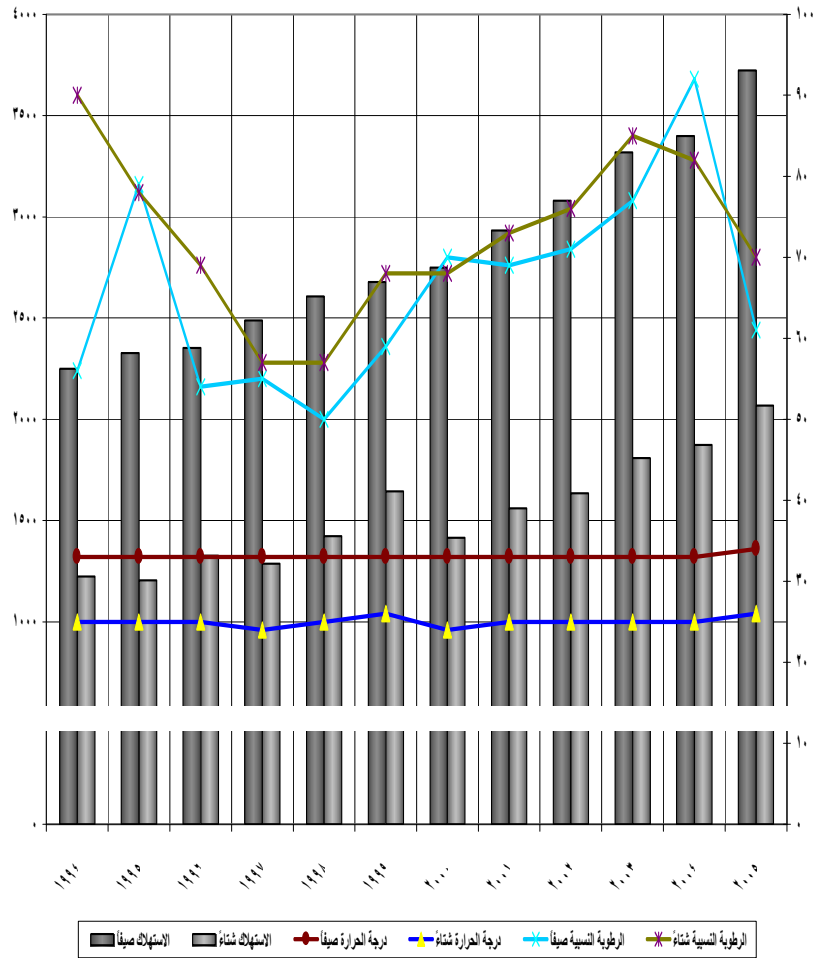
جدول (٢٣): معدلات الاستهلاك ودرجات الحرارة والرطوبة النسبية خلال الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٥ م

السنة	الاستهلاك		درجة الحرارة		الرطوبة النسبية	
	صيفاً	شتاءً	صيفاً	شتاءً	صيفاً	شتاءً
١٩٩٤	٢٢٤٩	١٢٢٣	٣٣	٢٥	٥٦	٩٠
١٩٩٥	٢٣٢٦	١٢٠٥	٣٣	٢٥	٧٩	٧٨
١٩٩٦	٢٣٥٣	١٣٢٧	٣٣	٢٥	٥٤	٦٩
١٩٩٧	٢٤٨٩	١٢٨٧	٣٣	٢٤	٥٥	٥٧
١٩٩٨	٢٦٠٧	١٤٢٣	٣٣	٢٥	٥٠	٥٧
١٩٩٩	٢٦٧٨	١٦٤٤	٣٣	٢٦	٥٩	٦٨
٢٠٠٠	٢٧٤٨	١٤١٥	٣٣	٢٤	٧٠	٦٨
٢٠٠١	٢٩٣٣	١٥٦١	٣٣	٢٥	٦٩	٧٣
٢٠٠٢	٣٠٧٩	١٦٣٥	٣٣	٢٥	٧١	٧٦
٢٠٠٣	٣٣١٨	١٨٠٩	٣٣	٢٥	٧٧	٨٥
٢٠٠٤	٣٣٩٩	١٨٧٣	٣٣	٢٥	٩٢	٨٢
٢٠٠٥	٣٧٢٣	٢٠٦٨	٣٤	٢٦	٦١	٧٠

يبين جدول (٢٤)، أن معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية في فصل الصيف حققت نمواً بنسبة ٦٦٪ خلال الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٥ م، بمتوسط نمو سنوي ٤.٧٢٪، وهذا يعني أنه من المتوقع أن تنمو معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية

خلال الاثني عشر عاماً المقبلة لتصل إلى ٦٤٧٥ كيلووات/ساعة صيف عام ٢٠١٧م.

شكل (١٢): معدلات الاستهلاك ودرجات الحرارة والرطوبة النسبية خلال الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٥م



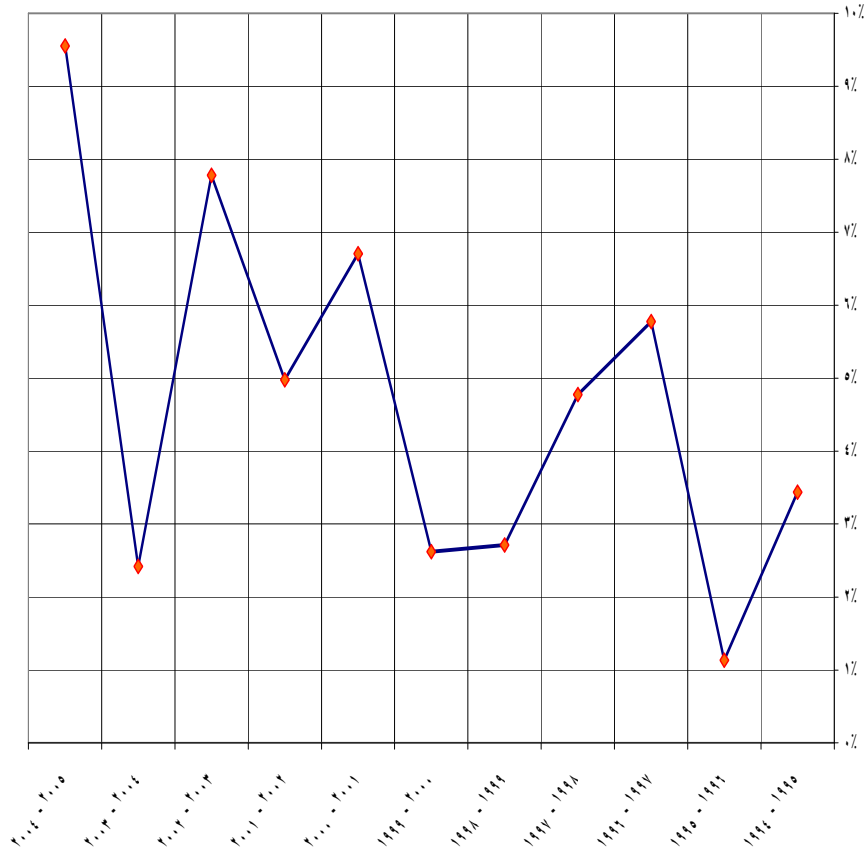
المصدر: جدول (١١).

جدول (٢٤): معدل النمو في استهلاك الكهرباء صيفاً خلال الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٥ م

الفترة	الاستهلاك خلال الصيف		نسبة التغير
١٩٩٥ - ١٩٩٤	٢٢٤٩	٢٣٢٦	%٣
١٩٩٦ - ١٩٩٥	٢٣٢٦	٢٣٥٣	%١
١٩٩٧ - ١٩٩٦	٢٣٥٣	٢٤٨٩	%٦
١٩٩٨ - ١٩٩٧	٢٤٨٩	٢٦٠٧	%٥
١٩٩٩ - ١٩٩٨	٢٦٠٧	٢٦٧٨	%٣
٢٠٠٠ - ١٩٩٩	٢٦٧٨	٢٧٤٨	%٣
٢٠٠١ - ٢٠٠٠	٢٧٤٨	٢٩٣٣	%٧
٢٠٠٢ - ٢٠٠١	٢٩٣٣	٣٠٧٩	%٥
٢٠٠٣ - ٢٠٠٢	٣٠٧٩	٣٣١٨	%٨
٢٠٠٤ - ٢٠٠٣	٣٣١٨	٣٣٩٩	%٢
٢٠٠٥ - ٢٠٠٤	٣٣٩٩	٣٧٢٣	%١٠
متوسط النمو السنوي لاستهلاك الكهرباء صيفاً			%٥
٢٠٠٥ - ١٩٩٤	٢٢٤٩	٣٧٢٣	%٦٦

يبين جدول (٢٥)، أن معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية في فصل الشتاء حققت نمواً بنسبة ٦٩٪ خلال الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٥ م، بمتوسط نمو سنوي ٥.٢٢٪، وهذا يعني أنه من المتوقع أن تنمو معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية خلال الاثني عشر عاماً المقبلة لتصل إلى ٣٨٠٨ كيلوات/ساعة شتاء عام ٢٠١٧ م

شكل (١٣): معدل النمو في استهلاك الكهرباء صيفاً خلال الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٥ م

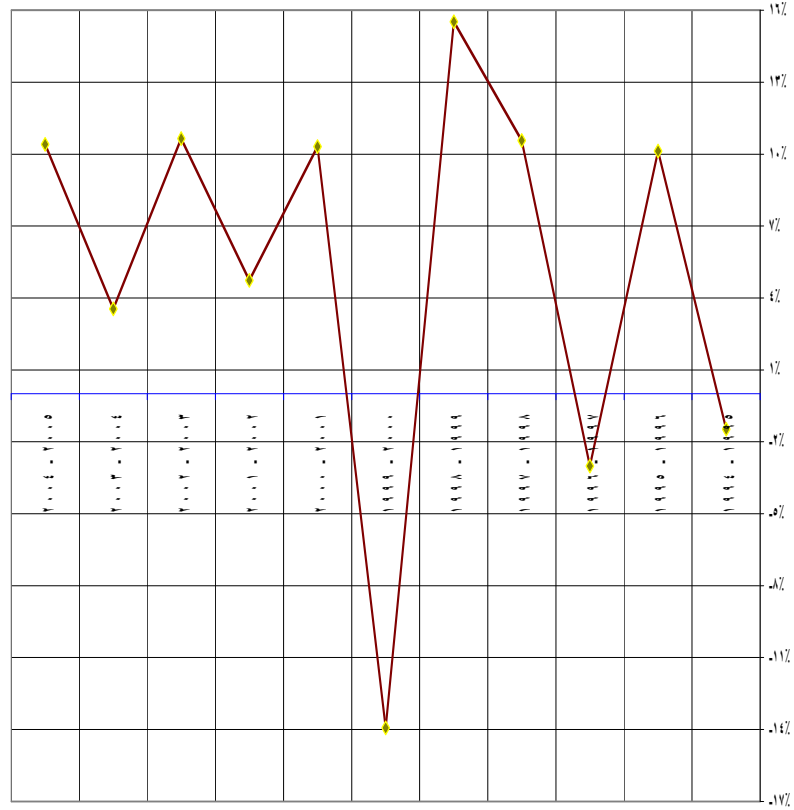


المصدر: جدول (١٢)

جدول (٢٥): معدل النمو في استهلاك الكهرباء شتاءً خلال الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٥ م

الفترة	الاستهلاك خلال الشتاء		نسبة التغير ^١
١٩٩٥ - ١٩٩٤	١٢٢٣	١٢٠٥	٪١ -
١٩٩٦ - ١٩٩٥	١٢٠٥	١٣٢٧	٪١٠
١٩٩٧ - ١٩٩٦	١٣٢٧	١٢٨٧	٪٣ -
١٩٩٨ - ١٩٩٧	١٢٨٧	١٤٢٣	٪١١
١٩٩٩ - ١٩٩٨	١٤٢٣	١٦٤٤	٪١٦
٢٠٠٠ - ١٩٩٩	١٦٤٤	١٤١٥	٪١٤ -
٢٠٠١ - ٢٠٠٠	١٤١٥	١٥٦١	٪١٠
٢٠٠٢ - ٢٠٠١	١٥٦١	١٦٣٥	٪٥
٢٠٠٣ - ٢٠٠٢	١٦٣٥	١٨٠٩	٪١١
٢٠٠٤ - ٢٠٠٣	١٨٠٩	١٨٧٣	٪٤
٢٠٠٥ - ٢٠٠٤	١٨٧٣	٢٠٦٨	٪١٠
متوسط النمو السنوي لاستهلاك الكهرباء شتاءً			٪٥
٢٠٠٥ - ١٩٩٤	١٢٢٣	٢٠٦٨	٪٦٩

شكل (١٤): معدل النمو في استهلاك الكهرباء شتاءً خلال الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٥ م



المصدر: جدول (١٣)

وعلى المنوال ذاته يمكننا توقع معدلات الاستهلاك لسنوات أخرى قادمة بالمعادلة:

$$ك = س \times (١٠٠ + م) \%$$

حيث:

ك = معدل استهلاك الطاقة الكهربائية للعام المقبل

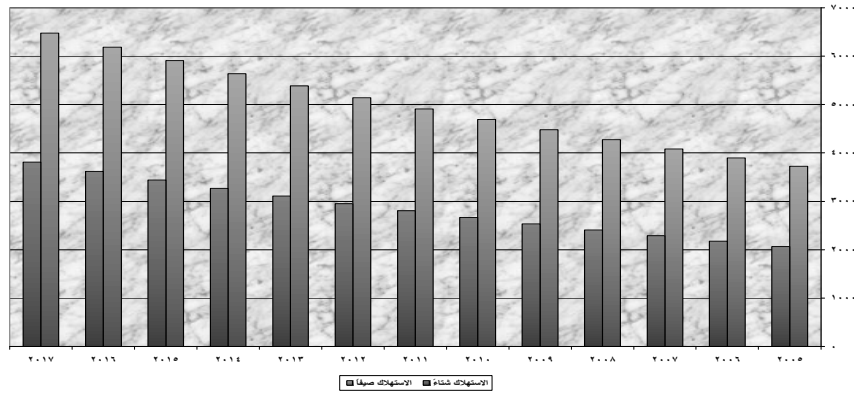
س = معدل استهلاك الطاقة الكهربائية للعام الحالي

م = معدل النمو السنوي

جدول (٢٦): استهلاك الطاقة الكهربائية المتوقع في مدينة جدة صيفاً وشتاءً خلال الفترة ٢٠٠٦ - ٢٠١٧ م

السنة	الاستهلاك (كيلووات/ساعة)	
	صيفاً	شتاءً
٢٠٠٥	٣٧٢٣	٢٠٦٨
٢٠٠٦	٣٨٩٩	٢١٧٦
٢٠٠٧	٤٠٨٣	٢٢٩٠
٢٠٠٨	٤٢٧٥	٢٤٠٩
٢٠٠٩	٤٤٧٧	٢٥٣٥
٢٠١٠	٤٦٨٩	٢٦٦٧
٢٠١١	٤٩١٠	٢٨٠٦
٢٠١٢	٥١٤٢	٢٩٥٣
٢٠١٣	٥٣٨٤	٣١٠٧
٢٠١٤	٥٦٣٨	٣٢٦٩
٢٠١٥	٥٩٠٥	٣٤٤٠
٢٠١٦	٦١٨٣	٣٦١٩
٢٠١٧	٦٤٧٥	٣٨٠٨

شكل (١٥): استهلاك الطاقة الكهربائية المتوقع في مدينة جدة صيفاً وشتاءً خلال الفترة ٢٠٠٦ - ٢٠١٧ م



الختام:

- اتضح من دراسة العلاقة بين درجة الحرارة والرطوبة واستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة جدة، خلال الفترة ١٩٩٤ - ٢٠٠٥ م، الآتي:
- اتضح من الدراسة أن أعلى قيم الاستهلاك الكهربائي تتمثل عند الساعة الثالثة ظهراً، خلال فصلي الصيف والشتاء، وهي ساعة وجود السكان في منازلهم نتيجة الحر والبرد الشديدين فتظهر الحاجة إلى تشغيل المكيفات والأجهزة المختلفة.
 - من نتائج تحليل البيانات ثبت وجود علاقة طردية قوية تربط بين معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية ودرجات الحرارة ويظهر تأثيرها جلياً خلال ساعات النهار في فصل الصيف وعلى مدار اليوم في فصل الشتاء، إلا أن نتائج ساعات الليل صيفاً لم تكن ذات دلالة إحصائية. وتتفق محصلة هذه النتائج مع الفرضية الأولى للدراسة ومع نتائج الدراسات السابقة (هدى العباد، ٢٠٠٧ م: هدى العباد، ٢٠٠٩ م: فايدة بوقري، ٢٠٠٢ م؛ بدرية حبيب، ٢٠٠٦ م).
 - كذلك أثبتت نتائج التحليلات أن معدلات الرطوبة النسبية تسهم بشكل كبير يفوق إسهام درجات الحرارة في تغيير معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية خلال فصل الصيف على مدار اليوم، إلا أن نتائج التحليل استبعدت أن يكون للرطوبة النسبية تأثير واضح في تغيير معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية خلال فصل الشتاء.
 - تبين من الدراسة أن درجة الحرارة تحتفظ بمستويات ثابتة نسبياً (٣٣م صيفاً - ٢٥م شتاءً)، بينما تتعدى معدلات الرطوبة النسبية في بعض الأحيان ٨٠٪، وهي نسبة مرتفعة، مما يؤكد أن الرطوبة هي الأكبر تأثيراً في معدلات استهلاك الكهرباء.

- اتضح من الدراسة أن معدل النمو في استهلاك الكهرباء صيفاً قد حقق نمواً بنسبة ٦٦٪ وبمتوسط سنوي قدره ٤.٧٢٪، لذا فمن المتوقع أن تنمو معدلات استهلاك الكهرباء لتصل إلى ٦٤٧٥ كيلووات/ساعة صيفاً عام ٢٠١٧م.
- تبين من الدراسة أن معدل النمو في استهلاك الكهرباء شتاءً قد حقق نمواً بنسبة ٦٩٪ وبمتوسط سنوي قدره ٥.٢٢٪، لذا فمن المتوقع أن تنمو معدلات استهلاك الكهرباء لتصل إلى ٣٨٠٨ كيلووات/ساعة شتاءً عام ٢٠١٧م.

التوصيات:

ما سبق نخرج بالتوصيات الآتية:

- عمل دراسات مكثفة عن التوقعات المستقبلية لاستهلاك الطاقة الكهربائية لسنوات قادمة؛ لعمل الترتيبات اللازمة لمواجهة ارتفاع استهلاك الكهرباء في مناطق المملكة المختلفة من ناحية، ولتحديد الاحتياجات اللازمة لقدرات التوليد التي تكفي لمواجهة هذا الطلب.
- القيام بدراسات لتطوير تصميم البناء، والعمران، ومواد البناء، وتوجيه البناء، وغيرها؛ للإسهام في ترشيد استهلاك الكهرباء.
- تطوير أجهزة التكييف بخاصة المكيفات الصحراوية التي تعتمد على التبريد بالماء، وتوفير الطاقة الكهربائية، ومعالجة عيوب المكيفات الصحراوية.
- ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية عن طريق حث الأفراد على المحافظة عليها وعدم الإسراف فيها.
- تقترح الباحثة القيام بدراسات عن كيفية التدخل في الجزيرة الحرارية، وتشجيع تشجير محيطات المنازل، وإمكانية تلطيف محيطات المنازل، وغير ذلك.

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

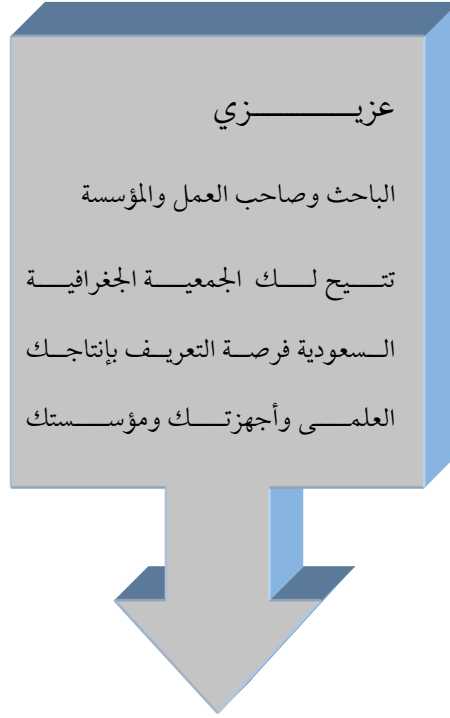
- أحمد، بدر الدين يوسف محمد، (١٩٩٣م)، مناخ المملكة العربية السعودية، رسائل جغرافية (١٥٧)، الجمعية الجغرافية الكويتية، ص ٧٩، الكويت.
- أحمد، بدر الدين يوسف محمد، (١٩٩٢م)، مناخ مكة المكرمة، سلسلة بحوث العلوم الاجتماعية (١٥)، معهد البحوث العلمية وإحياء التراث الإسلامي بجامعة أم القرى، ص ٣٧، مكة المكرمة.
- إسماعيل، أحمد علي، (١٩٦٩م)، مناخ مدينة أسيوط، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، السنة الثانية، العدد الثاني، ص ١٢٦، القاهرة.
- بوقري، فريدة كامل يوسف، (٢٠٠٢م)، الخصائص المناخية لمدينتي جدة والطائف وأثرها في حياة السكان الاقتصادية والصحية (دراسة مقارنة في الجغرافية المناخية)، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، ص ٢٠، الرياض.
- الجمعية الجغرافية السعودية، (١٤١٩هـ)، دليل المواقع الجغرافية بالمملكة العربية السعودية، مكتبة العبيكان، ص ١٢٠، الرياض.
- الخطيب، فاروق صالح، (د.ت)، اقتصاديات تنمية الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية، مركز النشر العلمي، جامعة الملك عبد العزيز، ص ١، جدة.
- الداوود، عبد الرازق سليمان أحمد، (٢٠٠٢م)، "تطور السياحة في محافظة جدة: دراسة في الجغرافيا السياحية"، دراسات جغرافية، الجمعية الجغرافية السعودية، الرياض.
- شحادة، نعمان، (١٩٩٨م)، علم المناخ المعاصر، دار القلم للنشر والتوزيع، ط ١، ص ٨٢، ١٢٩ - ١٣٠، الإمارات.

- الشركة السعودية الموحدة للكهرباء بالمنطقة الوسطى، (١٤١٨هـ)، بيانات غير منشورة، الرياض.
- الشركة السعودية الموحدة للكهرباء في المنطقة الغربية (١٩٩٤ - ٢٠٠٦م)، جدة.
- الشريف، عبد الرحمن صادق، (١٩٩٣م)، جغرافية المملكة العربية السعودية، الجزء الأول، ط٥، جامعة الملك سعود، الرياض.
- صفر، محمد عزو، (١٩٨٤م)، المناخ والحياة، الإدارة العامة للطيران المدني، إدارة الأرصاد الجوية، ص١٦٧، الكويت.
- العباد، هدى عبد الله، (٢٠٠٩م)، "العلاقة بين درجة الحرارة واستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الرياض"، المجلة المصرية للتغير البيئي، العدد الأول، السنة الأولى، صص ١١٧ و ١٢٨.
- العباد، هدى عبدالله، (٢٠٠٧م)، استهلاك الطاقة الكهربائية - دراسة في المناخ التطبيقي، ط١، رسالة دكتوراه منشورة، دار الزهراء، الرياض.
- العباد، هدى عبدالله، (٢٠٠٩م)، "مناخ محافظة جدة - دراسة في الجغرافية المناخية"، دورية العقيق، نادي المدينة المنورة الأدبي الثقافي، المجلد (٣٥)، العددان ٦٩ - ٧٠، صص ١١٧ و ١٢٨.
- فايد، يوسف، (١٩٨٢م)، "مناخ مدينة جدة"، مجلة العلوم الإنسانية، المجلد الثاني، كلية الآداب، ص٤٠، جدة.
- "الكهرباء والصيف وبرنامج إزاحة الأحمال"، (١٩٩٥م)، تجارة الرياض، العدد ٣٩٧، م٣٤.
- مصلحة الإحصاءات العامة والمعلومات، (١٤٣١هـ)، النتائج الأولية للتعداد العام للسكان والمساكن، وزارة الاقتصاد والتخطيط، الرياض.
- مصلحة الإحصاءات العامة والمعلومات، (١٤٢٨/١٤٢٩هـ)، الكتاب الإحصائي السنوي، العدد (٤٤)، ١٤٢٨/١٤٢٩هـ، الرياض.

- (دون تاريخ)، الكهرباء في المملكة العربية السعودية نموها وتطورها حتى نهاية عام ١٤٢٠هـ، وزارة الصناعة والكهرباء، الرياض.

ثانياً: المراجع غير العربية:

- Howard J., (1974), **Critchfield, General Climatology**, prentice Hall. Inc. Engle-wood Cliffs, New Jersey.
- Landsberge, (1968), **Physical Climatology**, Grey Printing Co., Pennsylvania.
- Willis, H. lee, (1996), **Spatial Electric Load Forecasting Power Engineering**, Marcel Dekker. Inc. Newyork. Basel, pp.10-78.



أسعار الإعلانات
صفحة كاملة بمبلغ ١٠٠٠ ريال سعودي
نصف صفحة بمبلغ ٥٠٠ ريال سعودي
ربع صفحة ٢٥٠ ريالاً سعودياً

عزيزي عضو الجمعية الجغرافية السعودية
هل غيرت عنوانك؟ فضلاً املأ الاستمارة المرفقة وأرسلها على عنوان الجمعية
الاسم:
العنوان:
ص. ب
المدينة والرمز البريدي:
البلد:
الاتصالات الهاتفية:
عمل: منزل:
جوال: بيجر:
بريد إلكتروني:
<p>ترسل على العنوان الآتي:</p> <p>الجمعية الجغرافية السعودية</p> <p>ص.ب ٢٤٥٦ - الرياض ١١٤٥</p> <p>المملكة العربية السعودية</p> <p>هاتف: +٩٦٦ ١ ٤٦٧٨٧٩٨ فاكس: ٩٦٦ ١ ٤٦٧٧٧٣٢</p> <p>بريد إلكتروني: sgs@ksu.edu.sa</p> <p>كما يمكنكم زيارة موقع الجمعية على الإنترنت على الرابط الآتي:</p> <p>www.ksu.edu.sa/societies/sgs/</p> <p>www.saudigs.org</p>

آخر إصدارات سلسلة بحوث جغرافية :

- ٧٧- تقدير الاحتياجات المائية الشهرية للمحصول المرجعي في الأحساء
- ٧٨- المواقع الصناعية في مدينة الدمام بالمنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية
- ٧٩- التصنيفات العالمية للطرق البرية وتطبيقاتها في المملكة العربية السعودية
- ٨٠- درجة حرارة أيام للتدفئة والتبريد عند عتبات حرارية متباينة في المنطقة الشرقية
- ٨١- توظيف تكاملي لتقنيات الاستشعار من بُعد ونظم المعلومات الجغرافية
- ٨٢- نموذج شبكة عصبية اصطناعية لتقدير المحتوى المائي عند السعة الحقلية وعند نقطة الذبول الدائم في الترب الصحراوية
- ٨٣- إمكانية تطبيق نظام النقل الترددي بالحافلات على حجاج الداخل
- ٨٤- الخصائص الهيدرولوجية ومورفومترية وخصائص السيول في أحواض السدود المقترحة على أودية عليّة في محافظة الخرج
- ٨٥- التوطن المكاني للتركيب المحصولي في ظل محدودية الموارد المائية في المملكة
- ٨٦- تقييم أداء أساليب التقدير البيئي المكاني لسعة الماء المتاح في ترب منطقة الخرج
- ٨٧- تقييم النفايات الطبية المنزلية في أبها الحضرية في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية (دراسة استطلاعية)
- ٨٨- الصناعات الصغيرة والمتوسطة الحجم في دولة الكويت : خصائصها الجغرافية واتجاهاتها المستقبلية
- ٨٩- آراء الجغرافيين العرب حول مفهوم علم الجغرافيا ومستقبله
- ٩٠- خصائص المناخ للفترات النوبية بمحافظة خميس مشيط
- ٩١- خريطة مخاطر الفيضانات والسيول في مدينة جدة
- ٩٢- دراسة العلاقة بين الكتل الهوائية الشتوية والخصائص المناخية في شمال المملكة العربية السعودية
- ٩٣- رحلة العمل اليومية للوافدين المقيمين في منطقة الأعمال المركزية بمدينة الرياض : دراسة تطبيقية في جغرافية النقل
- ٩٤- تأثير المناخ على مرض الملاريا في منطقة جازان (محنة ملاكي المناخية كدراسة حالة)
- ٩٥- الخصائص الاقتصادية والاجتماعية لمستفيدي الخدمات الطبية في المستشفيات الخاصة بمدينة الرياض "دراسة جغرافية"
- د. ناصر بن عبدالعزيز السعوان
- د. شريفة بنت معيض القحطاني
- د. سعد بن ناصر الحسين
- د. بدرية بنت محمد عمر حبيب
- د. عساف بن علي الحواس
- د. ناصر بن عبد العزيز السعوان
- د. عبد الله بن صالح الرقيبة
- د. فرحان بن حسين الجعيد
- أ.د. عبد المحسن بن راجح الشريف
- أ.د. ناصر بن عبد العزيز السعوان
- د. مرعي بن حسين القحطاني
- د. عبيد بن سرور العتيبي
- أ.د. رشود بن محمد الخريف
- د. بدر الدين بن يوسف محمد
- د. مشاعل بنت محمد آل سعود
- د. فوزية بنت عمر بخرجي
- د. سعد بن ناصر الحسين
- د. عائشة بنت علي العريشي
- د. صباح بنت علي اليماني

(Price Listing Per Copy)

Individuals : 15 S.R

Institutions: 20 S.R

Handing & Mailing Charges are Added on the Above Listing

أسعار البيع :

سعر النسخة الواحدة للأعضاء : ١٥ ريالاً سعودياً.

سعر النسخة الواحدة للمؤسسات : ٢٠ ريالاً سعودياً

تضاف إلى هذه الأسعار أجرة البريد.

*Temperature, Humidity and Electric Power Consumption
in Jeddah City
Dr. Huda Abdullah aL-Abbad*

ABSTRACT:

Air temperature and humidity have significant impact on electricity consumption, and therefore would be a positive correlation between air temperatures and humidity on one hand, and the demand for electricity on the other hand.

Electric power plays a major role at the present time in all areas of economic and social development; it also contributes to economic growth and increase productivity. Thus the main aim of this study is to examine the relationship between climate variables and electricity consumption in Jeddah city in an attempt to predict power consumption in the coming years.

The results of this study have shown strong relationships between air temperature and humidity on one hand and consumption of electricity on the other hand, during the hours of the day in summer and winter seasons.

ISSN 1018-1423
Key title =Buhut Gugrafiyya

●Administrative Board of the Saudi Geographical Society●

Mohammed S. Makki	Prof.	Chairman.
Mohammed S. Al-Rebdi	Assoc. Prof	Vice-Chairman.
Ali A. Al Dosari	Assoc. Prof.	Secretary General.
Mohammed A. Al-Fadhel	Assoc. Prof.	Treasurer.
Mohammed A. Meshkhes	Assoc. Prof.	Head of Research and Studies Unit
Anbara kh. Belal	Assis. Prof.	Editor of Geographical Newsletter
Mohamed Ibrahim Aldagheiri	Assis. Prof.	Member
Mohammed D. Aldakhil	Assis. Prof	Member.
Mohammed A. Alrashed	Assis. Mr.	Member

**Temperature Humidity and Electric Power
Consumption in Jeddah City**

Dr. Huda Abdullah AL-bbad

Saudi Geographical Society (S.G.S.)

● Editorial Board ●

Editor-in-Chief:	Mohammed A. Al-Saleh	(Ph.D.).
Editorial Board:	Abdulla A. Al-Taher	(Ph.D.).
	Mohammed S. Al-Rebdi	(Ph.D.).
	Mohammed A. Meshkhes	(Ph.D.).
	Saad N. Alhussein	(Ph.D.).

● Advisory Board ●

Nasser. A. Al-Saleh, Ph.D., Professor	Umm Al-Qura University.
Amal Yusof A. Al-Sabah, Ph.D., Professor	University of Kuwait.
Hassan A. Saleh, Ph.D., Professor	The University of Jordan.
Mohammed A. Al-Gabbani Ph.D., Professor	King Saud University.
Abdullah N. Al-Welaie, Ph.D., Professor	Imam Mohammed Bin Saud Islamic Univ.

● Correspondence Address ●


All Research Papers and Editorial Correspondence Should be sent to
The Editor-in-Chief, Dept. of Geography
College of Arts, King Saud University
P.O.Box 2456 Riyadh 11451
Kingdom of Saudi Arabia
Tel: 4678798 Fax: 4677732
E-Mail: sgs@ksu.edu.sa

All Views Expressed by Contributors to the RESEARCH PAPERS IN
GEOGRAPHY do not Necessarily Reflect the Position of the Editorial Board or
the Saudi Geographical Society



REFEREED PERIODICAL PUBLISHED BY SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY

96



**Temperature Humidity and Electric Power
Consumption in Jeddah City**

Dr. Huda Abdullah AL-bbad

