مجلة مركز بحوث ودراسات

المدينة المنورة

العددان الرابع عشر والخامس عشر/ رجب - ذو الحجة ١٤٢٦هـ / أغسطس ٢٠٠٥ - يناير ٢٠٠٦م

١٤
١٥

- بيرتون وصورة المدينة في رحلته
- أثر الأوقاف على الحياة الثقافية والاقتصادية في المدينة المنورة في العصر المملوكي
- أثر درجة الحرارة على استهلاك الكهرباء في المدينة المنورة
- من النباتات الطبية في المدينة المنورة : شجرة الأراك

أثر درجة الحرارة على استهلاك الكهرباء بالمدينة المنورة

د.حامد الخطيب

أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد

بقسم الاجتماعيات بكلية المعلمين بالمدينة المنورة.

المقدمة

الكهرباء شكل من أشكال الطاقة تسري عبر الأسلاك والألياف ، لتضيء وتحرك الحياة على سطح المعمورة ، وما التقدم الهائل والمتسارع في الحضارة الإنسانية إلا نتيجة من نتائجها .

فبعد حرق الخشب والزيوت للإضاءة ، غدت الكهرباء هي المصدر المسيطر على مصادر الطاقة والإنارة ، ومنذ الأزل والله جلت قدرته يوحي للإنسان بوجود هذه الطاقة عبر عدة ظاهرات طبيعية أبرزها البرق ، ولكنه سبحانه وتعالى أجل اكتشافها حتى يستطيع العقل استيعابها والسيطرة عليها.

وقد تفاوتت أمصار الأرض في قدرتها على استخدام هذه النعمة ، كما تنوعت وسائل توليدها بعد أن اكتشف سرها ، فقد يكون مصدرها تفاعلات كيميائية بين العناصر ، أو بسبب حركة معينة تتعدد مسبباتها ، أو بالاحتكاك. ومن أبرز ميزات هذه الطاقة السرية القدرة على نقلها من مكان إلى آخر ، ولكن سبل خزنها ما زالت لا ترقى إلى مستوى استخدامها ، ولعل هذا الأمر من أبرز صفاتها.

وأصبح استهلاك الطاقة الكهربائية أحد المؤشرات على رقي المجتمعات وتقدمها ، كما أصبحت مؤشراً مهماً يدل على النشاط البشري ، ومؤشراً آخر على تقلبات الطقس المفاجئة والمتوقعة بفعل تتابع الفصول المناخية ، فأيام العطل والأعياد الرسمية يقل استخدام الطاقة الكهربائية ، ويزداد استخدامها أيام

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

الصيف في المناطق الحارة ، ويزداد استهلاكها أيام فصل الشتاء في المناطق الباردة ، ويزيد استهلاكها في بداية الليل مقارنة بآخره ، ويقل استهلاكها في نهاية النهار عن آخره.

لذلك أصبحت درجة الحرارة أحد المحاور الرئيسية للتنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية ، وازدادت المخاوف من زيادة الطلب على الكهرباء بعد الدراسات العديدة التي أشارت إلى ارتفاع درجة حرارة كوكب الأرض.

ونظراً لما يسببه تسخين الأرض من أضرار على الحياة على سطح الأرض وبخاصة الأضرار البيولوجية[١] فقد عمدت الأمم المتحدة بسن قانون خاص بانبعاث الغازات الدفيئة بحيث لا يتجاوز تركزها عام ٢٠٥٠م التركيز الحالي لها رغم تضاعف حاجة الإنسان خلال هذه الفترة للطاقة[٢] ، وبدأ الإنسان بالبحث عن بدائل نظيفة لتوليد الطاقة الكهربائية ، فلجأ إلى الرياح ، والتيارات البحرية والمد والجزر ، وحرارة مياه البحار.. وغير ذلك ، وتعددت الأبحاث المتعلقة باستحداث طرق نظيفة لتخزين الطاقة الكهربائية المولدة مصادر طبيعية (المساقط المائية ، السدود ، الرياح... وغير ذلك).. فقد استعرض (Hasanin et al., 1997) ثلاث طرق لتخزين الطاقة الكهربائية: وهي التخزين Sensible Heat storage والتخزين الكامن Latent Heat storage. والتخزين البارد Cool storage.

يتضح مما سبق أن هناك اتجاهاً عاماً لارتفاع درجة حرارة سطح الأرض ، وأن المناطق المدارية وشبه المدارية ستكون الأكثر حاجة للطاقة الكهربائية؛ لاستخدامها في عملية التبريد ، أما مناطق العروض العليا فقد لا تحتاج إليها كما هو الحال في المناطق الحارة. حيث يساعد ارتفاعها على توفير الطاقة المستخدمة في عملية التبريد. وتعددت الأبحاث والدراسات التي استخدمت

(١) . (Walther, et al, 2002)

(٢) . (Sailor, et al., 2000)

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

درجة الحرارة في التبريد بكمية الطاقة الكهربائية المطلوبة ، ومنها بعض الدراسات في المملكة العربية السعودية ، ولم تحظ منطقة المدينة المنورة بدراسة متخصصة في هذا المجال؛ لذلك فإن هذه الدراسة تهدف إلى:

١ - تحديد أثر درجة الحرارة الصغرى والعظمى على استهلاك الكهرباء في المدينة المنورة.

٢ - تحديد أثر الرطوبة النسبية على استهلاك الكهرباء في المدينة المنورة.

٣ - تحديد الفترات الزمنية حسب [الساعة، اليوم، الشهر] التي يصل فيها استهلاك الكهرباء أقصاه.

٤ - تحديد الفترات الزمنية حسب [الساعة ، اليوم ، الشهر] التي يصل فيها استهلاك الكهرباء أدناه.

٥ - التوصل إلى نموذج إحصائي يمكن من خلاله التنبؤ بحاجة المدينة من الطاقة الكهربائية وفق بعض المتغيرات المناخية وبخاصة درجة الحرارة.

الدراسات السابقة

هناك عدد من الدراسات المحلية تهدف إلى اكتشاف العلاقة بين درجة الحرارة واستهلاك الكهرباء؛ فقد نشرت مجلة عالم الصناعة في عددها الثاني عشر عام١٩٨٠ مقالة للباحث تركي سلطان تحت عنوان: "التنبؤ باستهلاك الطاقة الكهربائية في المملكة" ، وخرجت هذه الدراسة بمعادلة يمكن بواسطتها التنبؤ باستهلاك الطاقة في المملكة على النحو التالي:

ص = أبس حيث إن:

ص= القيمة المحسوبة للاستهلاك خلال سنة ما.

س= السنة المقصودة – ١٣٩٢هـ (وهي السنة التي استخدمت بياناتها للحصول على الثابتان أ ، ب).

أ ، ب= ثابتان وقيمتهما من خلال تطبيق المربعات الصغرى وهي:

أ= ٨٧٤٩٨٤ ب= ١.٢١

وبذلك يمكن تطبيق المعادلة على أية سنة قادمة على النحو التالي:

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

ص= (٨٧٤٩٨٤) (١.٢١)س [القيمة الناتجة ١٠٠٠ كيلو واط ساعة].

س= السنة المقصودة - ١٣٩٢.

كما استطاع الشعيب وزملاؤه[١] الوصول إلى صيغة نموذج إحصائي يمكن بواسطته التنبؤ باحتياجات الطاقة الكهربائية خلال أسبوع ، على ضوء معرفة درجة الحرارة العظمى ودرجة الحرارة الصغرى باستخدام النموذج المعروف: (DDS) Dynamic data system methodology

على النحو التالي: $P(t) = A \exp(\alpha t) + X_t$

حيث إن: P_t= الطلب على الطاقة الكهربائية (ميجاوات) خلال زمن معين.

A, α= ثوابت قيمتها كما يلي:

A= ٢٠٩.٦ (درجة الحرارة العظمى) ، ١٠٩.٧ (درجة الحرارة الصغرى).

α= ٠.٠٠٥٨ (درجة الحرارة العظمى) ، ٠.٠٠٦٢ (درجة الحرارة الصغرى).

X_t= يمكن استخراجها من معادلة خاصة تتعلق بالسلسلة الزمنية الخاصة بدرجات الحرارة العظمى والصغرى.

وقام الأستاذ محمد أحمد عجوة (٢٠٠٤) بدراسة عن الطاقة الكهربائية في القصيم تطرق منها إلى أثر درجة الحرارة على طلب الطاقة الكهربائية واستهلاكها في هذه المنطقة ، كما قام الأستاذ طلال عبد الكريم بكر بدراسة (١٩٨٩) حول دور الطاقة الكهربائية في القاعدة الصناعية في المملكة.

بيد أن هذه الدراسات المحلية لم ترق إلى ما وصلت إليه الدراسات الأجنبية في مجال اكتشاف العلاقة بين درجة الحرارة واستهلاك الكهرباء ، ولم تتطرق إلى أثر درجة الحرارة على استخدام الطاقة الكهربائية ، وتعد هذه الدراسة محاولة متواضعة لوضع أولى الخطوات الجادة نحو تحديد أثر درجة الحرارة في منطقة تتصف بارتفاع درجة حرارتها وجفافها على استهلاك الكهرباء.

---

(١) . **(Suaib, et al.1987)**

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

تطور إنتاج الكهرباء في المدينة المنورة:

المدينة المنورة هي أول مدينة في المملكة عرفت الكهرباء ، عندما أضاءت المسجد النبوي الشريف بالتيار الكهربائي عام ١٩٠٧هـ من مولدين أحدهما يعمل بالفحم والآخر يعمل بالكيروسين ، وقد تم تركيبهما في دار الضيافة بباب المجيدي. وكانت طاقة كل واحد منها ١٠ كيلو واط . وفي عام ١٩٣٤م أضيف إليهما مولد آخر بقدرة ٢٠ كيلو واط. وفي عام ١٩٤١م تم تركيب مولد آخر بطاقة قدرها ١٠٥ كيلو واط يعمل بالديزل ، وقد عاصر ذلك ظهور المولدات الخاصة بالموسرين[١].

وبعد اكتشاف النفط ، بدأت الحكومة في الاهتمام بتوليد الكهرباء بصورة أكبر ، ومع نهايات المرحلة المبكرة لتطور الطاقة الكهربائية في المملكة ، بدأت الحكومة في تكوين الشركات لتوليد الكهرباء وتوزيعها على السكان ، لتحل محل المولدات الخاصة[٢].

ففي عام ١٩٥٣م تم تركيب وحدتي توليد قدرة كل منها ٤٠٠ كيلو واط في محطة التوليد الحالية بآبار علي ، وقد تم وصلها بالحرم النبوي الشريف ودار الإمارة ، وكان السكان المقيمين بمحاذاة الناقل يأخذون الكهرباء من هذا الخط[٣] ، وفي عام ١٩٥٧م تم إنشاء شركة كهرباء المدينة المنورة. حيث أضيف مولدين قدرة كل منهما ٨٥٠ كيلو واط ، وهي بداية إيصال التيار للسكان وقد بلغ عدد المشتركين عام ١٩٦٠م نحو ٢.٣٣٤ مشتركاً. وفي عام ١٩٧٠م ارتفع عدد المشتركين إلى ١٥.٠٠٠ مشترك ، وفي عام ١٩٧٥م وصل عددهم إلى ٢٣.٠٠٠ مشترك ، وخلال عام ١٩٧٧م قامت الشركة بتشغيل محطة التوليد

(١) (وزارة الصناعة والكهرباء ، ١٩٩٨ ، ص٣٤).

(٢) (المصدر السابق ، ص٣٩).

(٣) (المصدر نفسه ، ص٦١).

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

الثانية بطريق المطار بقدرة ١٦٠ كيلو واط ، وأسند أمر تشغيلها وصيانتها إلى شركة كهرباء المدينة المنورة ، وفي عام ١٩٧٩م وصل عدد المشتركين إلى ٤٨.٠٠٠ مشترك[١].، وبعد اكتمال محطة ينبع لتحلية مياه البحر ، نقل التيار الكهربائي عبر خط ذو جهد عال فائق ٣٨٠ ألف فولت ، رافق ذلك إنشاء محطة استقبال ومركز توزيع أحمال شمال المدينة المنورة قبالة مجمع خادم الحرمين الشريفين الملك فهد لطباعة المصحف الشريف ذات جهد ٣٨٠ ألف فولت ، كما أنشأت محطة تحويل بالجهد نفسه بمسيجيد ، ومحطة تحويل ذات جهد ١١٠ ألف فولت في بدر ، ومحطتي توزيع ذات جهد ٣٣٠ ألف فولت في الواسطة والفريش لتزويد القرى بالتيار الكهربائي ، وبذلك ارتفع عدد المشتركين عام ١٩٨٠م ليصل إلى ٦٨.٠٠٠ مشترك.[٢] .

وتعد محطة الشعيبة البخارية أحدث وأكبر مشروع كهربائي في المنطقة الغربية ، حيث تم توقيع عقد إنشائها عام ١٩٩٨م بقدرة إنتاجية تصل إلى ١١٠٢ ميجا واط بتكلفة ٥٨٣١ مليون ريال ، وقد بدأت المرحلة الأولى بالتشغيل منذ عام ٢٠٠٢م ، بطاقة ٣٦٧ ميجا واط[٣].

وكانت التنظيمات الإدارية الخاصة بالكهرباء ترافق التطور الكبير في إنتاج الطاقة ففي عام ١٩٤٧م صدر أول مرسوم بتأسيس أول شركة كهرباء في مكة المكرمة ، تبعها عام ١٩٤٩م تأسيس شركة في الظهران وأخرى في المدينة المنورة.[٤] ، وفي عام ١٩٦١م شكلت وزارة التجارة والصناعة إدارة خاصة تعنى بشؤون الكهرباء .

(١) (المصدر نفسه ، ص٦٢).
(٢) (المصدر نفسه ، ص٦٣).
(٣) (وزارة الصناعة والكهرباء ، ٢٠٠٣ ، ص٥٣).
(٤) (المصدر السابق ، ص١٠٦).

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وفي عام ١٩٧٢م صدر قرار بإنشاء مصلحة الخدمات الكهربائية وفي عام ١٩٧٥م أنشأت وزارة الصناعة والكهرباء ، وخلال عام ١٩٧٦م تم إنشاء المؤسسة العامة للكهرباء.[١].

وفي عام ١٩٧٦م بدأت الشركات السعودية الموحدة للكهرباء بالظهور وكان أول ظهور لها في المنطقة الشرقية ، وفي عام ١٩٨١م تم إنشاء الشركة السعودية الموحدة لكهرباء المنطقة الغربية وتم دمج ١٢ شركة ، بالإضافة إلى بعض المشاريع الحكومية التابعة للمؤسسة العامة للكهرباء ، وقد بلغت مساحة امتياز هذه الشركة نحو ٣٢٠ ألف كم^{٢}.[٢]

وقد وصلت كمية الكهرباء المنتجة من هذه الشركة عام ١٩٩٥م إلى ٦١٢٠ ميجا واط. وفي عام ٢٠٠٠م وصلت الكمية إلى ٨٣٩٨ ميجا واط ، ومن المتوقع وصول الإنتاج عام ٢٠٢٠م إلى ١٧٩٥٦ ميجا واط. أي بمعدل زيادة قدره ٤.٤٪.[٣]. في حين وصل الطلب عام ٢٠٠٠م إلى ٩٤٣٩ ميجا واط ، ومن المتوقع أن يصل عام ٢٠٢٠م إلى ٢٠٤٠١ ميجا واط[٤].

وأصبحت الشركة تغطي حتى عام ١٩٩٨م ٥٤١ مدينة وقرية ، يستفيد منها (١.١٩٦.٢٥١) مشترك[٥] ، أما طول الشبكة فبلغ عام ١٩٩٨م إلى ٣.٣٦٣ كم (جهد ١١٠ -٣٨٠ ألف فولت) ، و ١٨.٢٦٨ كم (جهد ١٣.٨ -٦٩ ك. فولت) ، و ٣٧.١٦٦ كم (جهد ٣٨٠ ، ٢٠٠ ، ١٣٧ فولت). أي مجموع أطوال الشبكة وصل إلى ٥٨.٧٩٧ كم[٦]..

---

(١) (المصدر نفسه ، ص١٠٨ -١٠٩).

(٢) (المصدر نفسه ، ص١١٥).

(٣) (المصدر نفسه ، ص١٣١).

(٤) (المصدر نفسه ، ص١٣٣).

(٥) (المصدر نفسه ، ص١٧٨).

(٦) (المصدر نفسه ، ص١٧٩).

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وفي تطور رائد صدر عام ١٩٩٨م قرار من مجلس الوزراء يقضي بدمج كافة شركات الكهرباء العشر في المملكة والمشاريع التابعة للمؤسسة العامة للكهرباء في شركة مساهمة واحدة باسم (الشركة السعودية للكهرباء) ، والتي باشرت أعمالها اعتباراً من ١٤٢١/١/١هـ ، وفي عام ١٤٢٢هـ/٢٠٠١م صدر قرار آخر من مجلس الوزراء ينص على إنشاء هيئة تنظيم الخدمات الكهربائية وتهدف هذه الهيئة إلى ضمان توفير الخدمات الكهربائية عند مستويات ذات جودة وموثوقية عاليتين وبأسعار مناسبة[١].. وبتاريخ ١٤٢٤/٢/٢٨ هـ تم إلغاء وزارة الصناعة والكهرباء ، ونقل نشاط الكهرباء من وزارة الصناعة والكهرباء إلى وزارة المياه ، وصارت تسمى وزارة المياه والكهرباء[٢].

منهجية البحث: تم تقسيم البحث إلى فصلين رئيسيين هما:

أولاً: البيانات والمعلومات.

ثانياً: طرق المعالجة الإحصائية.

البيانات والمعلومات :

يشتمل نظام المدينة الكهربائي على محطة توليد أبيار علي بطاقة قصوى قدرها ٢٩ ميجا واط ، ومحطة توليد الطاقة الكهربائية على طريق المطار بطاقة قدرها ٢٦٠ ميجا واط ، ومحطة ينبع (التحلية + التوليد) ٥٤٥ ميجا واط ، ومحطة رابغ١٥٠٠ ميجا واط ، أما الشعيبة فما زالت قيد الإنشاء ولم تدخل في الخدمة إلا المرحلة الأولى منها. (شكل ١).

ويتبع النظام محطات تحويل وتحكم وتوزيع ،وتقع وحدة التحكم الرئيسية في المدينة المنورة ، وهناك محطة تحويل رئيسية في كل من بدر ومسيجيد ، ومحطتي توزيع في الواسطة والفريش ، وبعد أن خضع النظام الكهربائي للسيطرة والتحكم بواسطة الحاسبات الإلكترونية ، بدأت محطة

(١) (وزارة الصناعة والكهرباء ، ٢٠٠٢ ، ص٩).

(٢) (الزهيري ، ٢٠٠٣ ، ص٥).

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

التحكم في شمال المدنية تسجل وتخزن كميات الطاقة المولدة ، والأحمال الكهربائية القصوى والدنيا ، ويرافق ذلك تسجيل درجات الحرارة العظمى والدنيا والرطوبة النسبية العظمى والدنيا كل يوم حسب الساعة التي حصلت فيها هذه القيم ، بالإضافة إلى تسجيل قيمة الحمولة والساعة التي حصلت بها هذه القيمة .

وقد بدأ التسجيل والتوثيق العملي لهذه المتغيرات منذ ١٩٩٩/٤/١٦ ، وقد تم الحصول على هذه البيانات اليومية حتى ٢٠٠٣/١٢/٣١ ، وبهذا فإن هذه البيانات تشمل ١٧٢٠ يوماً ، موزعة على أشهر السنة وعلى الأيام كما في الجدولين (١) والجدول (٢).

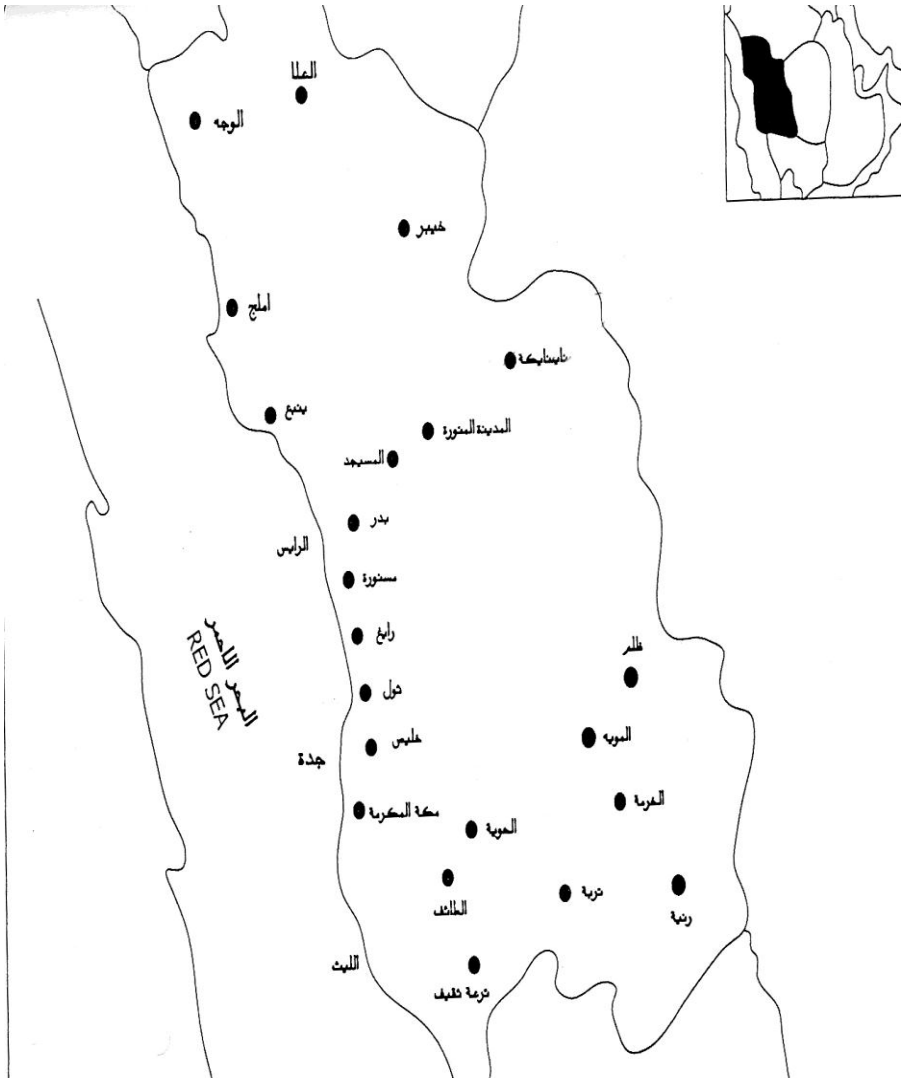
الجدول (١) توزيع أيام الدراسة على أشهر السنة

الشهر	كانون٢ يناير	شباط فبراير	آذار مارس	نيسان أبريل	أيار مايو	حزيران يونيو
عدد الأيام	١٢٤	١١٢	١٢٤	١٣٥	١٥٥	١٥٠

تابع للجدول رقم (١)

تموز يوليو	آب أغسطس	أيلول سبتمبر	تشرين١ أكتوبر	تشرين٢ نوفمبر	كانون١ ديسمبر
١٥٥	١٥٥	١٥٠	١٥٥	١٥٠	١٥٥

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة



شكل (١) منطقة امتياز الشركة السعودية الموحدة بالمنطقة الغربية .

المصدر : شركة الكهرباء ١٤١٩ص١١٥

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

الجدول (٢) توزيع أيام الدراسة على أيام الأسبوع

اليوم	السبت	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة
عدد الأيام	٢٤٦	٢٤٦	٢٤٦	٢٤٤	٢٤٥	٢٤٥	٢٤٧

طرق المعالجة الإحصائية :

١ - استخدمت تكرارات كل متغير من المتغيرات الداخلة في الدراسة وعددها ١٤ متغير.

٢ - استخرجت المتوسطات الحسابية لهذه المتغيرات.

٣ - استخرجت معاملات الارتباط بين هذه المتغيرات والحمولة القصوى والدنيا لشبكة الكهرباء.

٤ -استخرجت المتوسطات الحسابية لمتغيرات الدراسة حسب: السنة والشهر واليوم.

٥ - استخدم نموذج الانحدار المتعدد Multiple Regression لمعرفة أثر درجة الحرارة العظمى ودرجة الحرارة الصغرى ، والرطوبة النسبية العظمى والرطوبة النسبية الصغرى على أعلى وأدنى حمولة لشبكة كهرباء المدينة.

٦ - استخدم نموذج الانحدار المتعدد لمعرفة أثر درجة الحرارة العظمى ودرجة الحرارة الصغرى على أعلى وأدنى حمولة للشبكة.

٧ - استخدم الانحدار المتعدد لمعرفة أثر درجة الحرارة والرطوبة النسبية التي حصل عندها أعلى حمولة Peak للشبكة.

٨ - تمثيل بعض العلاقات الخاصة بمتغيرات الدراسة برسوم بيانية توضيحية.:

نتائج الدراسة ومناقشتها:

الحد الأعلى لحمولة الشبكة :

بلغ متوسط الحد الأقصى للحمولة اليومية للشبكة الكهربائية في المدينة المنورة ٥٤٨.٨ ميجا واط خلال فترة الدراسة ١٩٩٩/٤/١٦ -٢٠٠٣/١٢/٣١ ، تركزت ثلاثة أرباعها ضمن الفئة التي تراوحت قيمتها ما بين ٣٠٠ -٧٠٠ ميجا واط وأن أقل من ١٪ فقط تتجاوز الحمولة القصوى حد الـ ٩٠٠ ميجا واط (انظر

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

الشكل٢). جدول (٣) الحمولة القصوى لشبكة الكهرباء في المدينة المنورة خلال الفترة (١٩٩٩ -٢٠٠٣) ميجا واط

الفئة	حدود الفئة	التكرار	التكرار المتراكم	النسبة المئوية	النسبة المتراكمة
الأول	**أقل من ٣٠٠**	٧٢	٧٢	٤.١	٤.١
الثانية	**٣٠٠ -٥٠٠**	٦٦٧	٧٣٩	٣٨.٨	٤٢.٩
الثالثة	**٥٠٠ -٧٠٠**	٥٥٤	١٢٩٣	٣٢.٢	٧٥.١
الرابعة	**٧٠٠ -٩٠٠**	٤١٦	١٧٠٩	٢٤.٢	٩٩.٤
الخامسة	**أكثر من ٩٠٠**	١١	١٧٢٠	٠.٦	١٠٠
المجموع	**-**	١٧٢٠	١٧٢٠	٪١٠٠	٪١٠٠

ومن خلال المتوسط العام للحمولة القصوى على مستوى السنة؛ فإن هناك زيادة ملحوظة في الحمولة ، وقد بلغ معدل هذه الزيادة السنوية خلال الفترة (٢٠٠٠ -٢٠٠٣) نحو ٥.٥٪ وهذا مؤشر مهم على زيادة معدل الاستهلاك للكهرباء في المدينة المنورة ، فقد بلغ متوسط الحمولة القصوى للشبكة عام ٢٠٠٠م نحو ٤٩٤.٥ ميجا واط و٥٣٤.٨ ميجا واط عام ٢٠٠١م ، و٥٦٥.٨ ميجا واط عام ٢٠٠٢م ، ووصلت إلى ٦٠٣.٧ ميجا واط عام ٢٠٠٣م ، وقد تم استثناء عام ١٩٩٩م من عملية المقارنة بسبب عدم توفر البيانات من ١٩٩٩/١/١ - ١٩٩٩/٤/١٦ ، أما على الصعيد الشهري ، فإن هناك تفاوتاً في الحمولة القصوى من شهر إلى آخر. (جدول ٤). فمن خلال الجدول التالي (٤) يتضح أن أقصى حمولة للشبكة يكون في شهر آب (أغسطس) ثم أيلول (سبتمبر) فتموز (يوليو) فحزيران (يونيو) ، أي أن أشهر الصيف هي الأكثر طلباً على الطاقة الكهربائية ، وأن درجة الحرارة المتراكمة في الصيف أثرت على ارتفاع درجة حرارة شهر أيلول مما رفع استهلاك الكهرباء في هذا الشهر وجعله يحتل المرتبة الثانية في الحمولة القصوى لشبكة الكهرباء في المدينة المنورة.

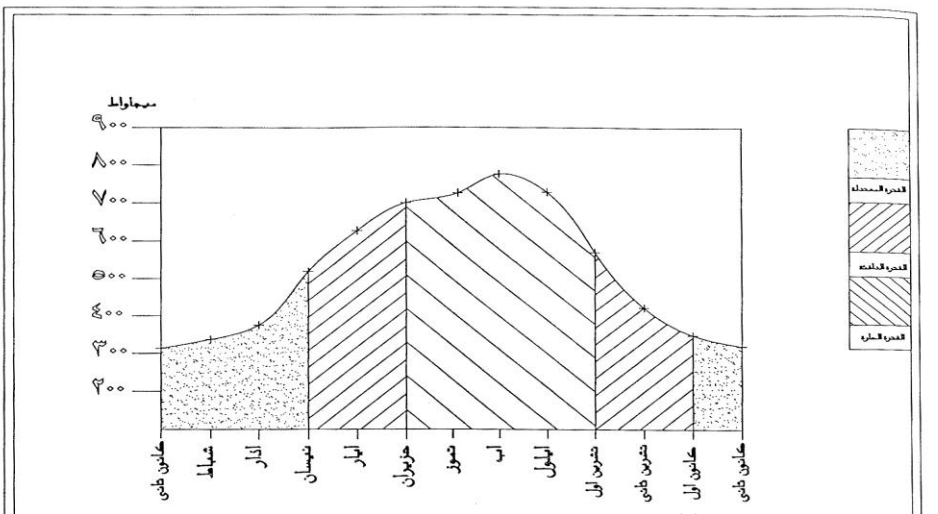
المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

جدول (٤) معدل الحمولة القصوى لشبكة الكهرباء في المدينة المنورة خلال الفترة (١٩٩٩ -٢٠٠٣) حسب شهور السنة/ ميجا واط

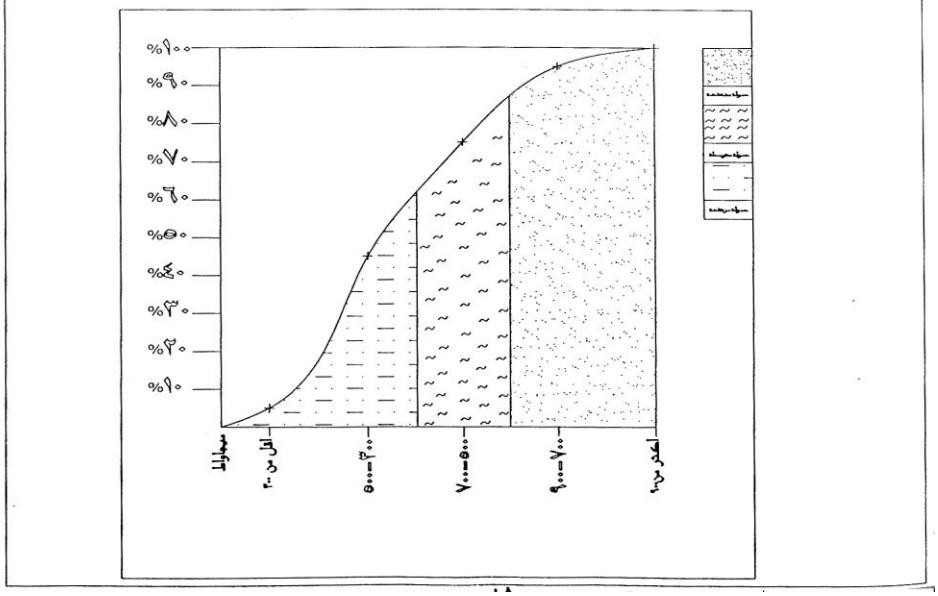
الشهر	المعدل	الانحراف المعياري	الشهر	المعدل	الانحراف المعياري
كانون ثاني(يناير)	٣٣٠	٣٤.٥	تموز(يوليو)	٧١٠	٨١.٤
شباط (فبراير)	٣٤٥	٣٤.٠	آب(أغسطس)	٧٦٣	٨١.٣
آذار(مارس)	٣٧١	٣٧.١	أيلول(سبتمبر)	٧٤٢	٨٣.٠
نيسان(أبريل)	٥١٧	٧٠.٦	تشرين أول(أكتوبر)	٥٨٧	١٠١.٥
أيار(مايو)	٦٢٩	٨١.٦	تشرين ثاني(نوفمبر)	٤١٣	٨٨.٧
حزيران(يونيو)	٧٠٠	٧٦.٧	كانون أول(ديسمبر)	٣٤٦	٣٦.١
فترة الدراسة				٥٤٨.٨	١٧٧.٦

ويمتد أثر الحرارة المتراكمة صيفاً حتى شهر تشرين أول(أكتوبر) ، فقد تجاوز معدل الحمولة القصوى للشبكة في هذا الشهر المعدل العام للحمولة القصوى خلال فترة الدراسة . وقد سجل شهر كانون الثاني(يناير) أدنى معدل لتلك الحمولة ، ثم يأتي شهر شباط(فبراير) ثم كانون أول(ديسمبر) ، وبذلك يمكن تقسم السنة إلى ثلاثة فصول متساوية ومتباينة تبايناً واضحاً في استهلاك الكهرباء ، وهي فترة الحر (حزيران ، (يونيو) تموز(يوليو) ، آب(أغسطس) ، أيلول(سبتمبر)) وفترة الدفء (نيسان(أبريل) ، أيار(مايو) ، تشرين أول(أكتوبر) ، تشرين ثاني(نوفمبر) وفترة الاعتدال (كانون ثاني ، (يناير) شباط(فبراير) ، آذار(مارس) ، كانون أول(ديسمبر) وتتميز فترة الحر وفترة الاعتدال بأن كل واحدة منها متصلة ، بينما فترة الدفء فهي منفصلة: انيسان(أبريل)/ أيار(مايو) وتشرين أول(أكتوبر)/ تشرين ثاني(نوفمبر). ومما يلفت الانتباه تشابه الانحرافات المعيارية لأشهر كل فترة من هذه الفترات ، عدا وجود شذوذ بيّن لدى الانحراف لشهر تشرين أول(أكتوبر) ، حيث وصل الانحراف المعياري لهذا الشهر أقصاه (١٠١.٥). وهذا يدل على أن هذا الشهر تتنازعه فترة الحرّ وفترة الدفء. فهو يمثل فترة انتقالية حرجة. (انظر الشكل ٢).

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة



شكل (٣) الحمولة القصوى لشبكة الكهرباء في المدينة المنورة حسب الشهر خلال الفترة (١٩٩٩ -٢٠٠٣) / ميجا واط

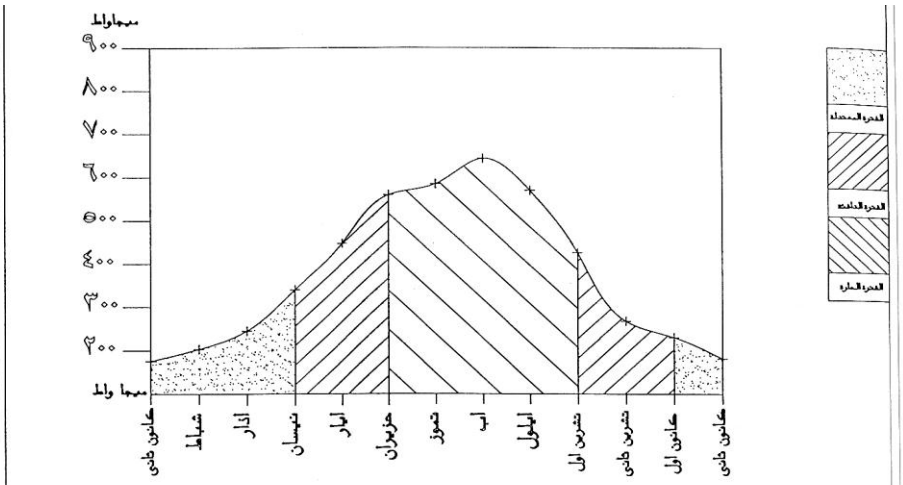


شكل (٢) المنحنى المنتجمع الصاعد لحمولة الشبكة الكهربائية القصوى في المدينة المنورة خلال الفترة (١٩٩٩ -٢٠٠٣)/ ميجا واط

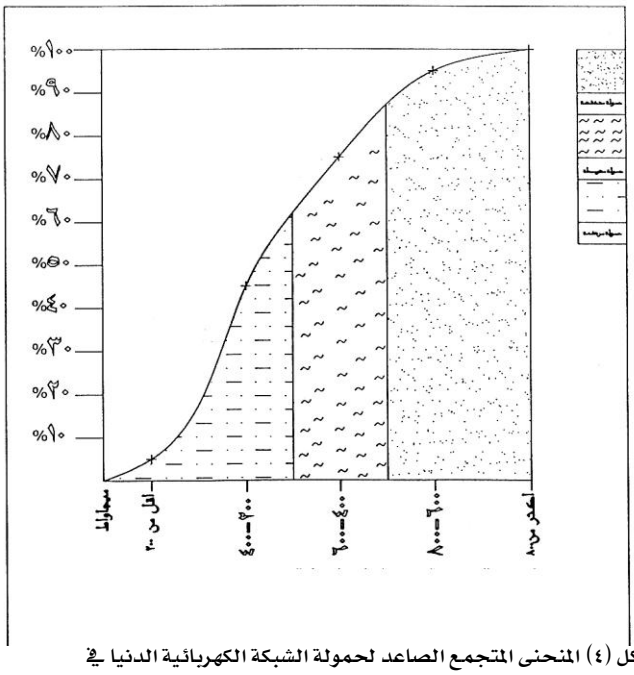
المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وفيما يتعلق بتفاوت الحمولة القصوى للشبكة من يوم إلى آخر ، وبغض النظر عن إمكانية وجود بعض أيام الأسبوع (عدا الخميس والجمعة) عطل رسمية (عيد الأضحى وعيد الفطر) ، فضلاً عن تعطل المؤسسات التعليمية خلال الإجازة الصيفية. فإنه يمكن اعتبار الفرص لأيام الأسبوع متساوية (عدا الخميس والجمعة).ويبدو من الجدول (٥) أن أيام الدوام الرسمي عدا يوم الأربعاء تتشابه في حمولة الشبكة الكهربائية القصوى ، إذ تراوحت في هذه الأيام ما بين ٥٥٦ -٥٥٧ ميجا واط ، أما يوم الأربعاء فيقع ما بين أيام الدوام الرسمية الأربعة (السبت ، الأحد ، الاثنين ، الثلاثاء) وبين أيام العطلة الرسمية (الخميس ، الجمعة). حيث تكثر في هذا اليوم المغادرات للموظفين وطلبة الجامعات والعمال الذين يسكنون خارج المدينة المنورة ، مما يقلل استهلاك الكهرباء في المؤسسات التي يعملون بها ، كما أن معظم العطل الرسمية الرئيسية (عيد الفطر ، عيد الأضحى ، العطلة الأسبوعية) تبدأ في نهاية دوام يوم الأربعاء والذي يقل الالتزام بالدوام حتى نهايته ، ويبدو أن يوم الخميس هو اليوم الوحيد الذي يقضيه الموظفون والمستخدمون ممن يقطنون خارج المدينة المنورة بعيداً عنها ، وأن جزءاً منهم يبدأ بالعودة يوم الجمعة. ولذلك فإن يوم الخميس يحتل المرتبة الأخيرة في حمولة الشبكة القصوى ، يليه يوم الجمعة حيث تفرض صلاة الجمعة على المصلين البدء بنشاطهم مبكراً مقارنة بيوم الخميس ، يضاف إلى ذلك حاجة المساجد إلى طاقة كهربائية إضافية بسبب شعائر صلاة الجمعة. ويأتي انخفاض الانحراف المعياري ليومي الخميس والجمعة معبراً عن كون هذين اليومين هما عطل رسمية سواء أيام الدوام الرسمي أو الأعياد الرسمية أما الأيام الأخرى فهناك احتمال أن تكون عطل رسمية ضمن عطل (عيد الفطر ، عيد الأضحى ، العطلة الصيفية) ، وغالباً تكون أيام دوام رسمي ولذلك ارتفع الانحراف المعياري فيهما ، دالاً على تفاوت الحمولة القصوى للشبكة أثناء هذه الأيام مقارنة بيومي الخميس والجمعة ذات الحد الأدنى لحمولة الشبكة..

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة



شكل (٥) الحمولة الدنيا لشبكة الكهرباء في المدينة المنورة حسب شهور السنة خلال الفترة (١٩٩٩ -٢٠٠٣)/ ميجا واط



شكل (٤) المنحنى المتجمع الصاعد لحمولة الشبكة الكهربائية الدنيا في المدينة المنورة خلال الفترة (١٩٩٩ -٢٠٠٣)/ ميجا واط

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

جدول (٥) الحمولة القصوى لشبكة الكهرباء في المدينة المنورة حسب اليوم خلال الفترة (١٩٩٩ -٢٠٠٣)/ ميجا واط

اليوم	المعدل	الانحراف المعياري	اليوم	المعدل	الانحراف المعياري
السبت	**٥٥٧**	**١٨٢.٠**	**الأربعاء**	**٥٤.٨**	**١٧٨.٠**
الأحد	**٥٥٧**	**١٨٠.٠**	**الخميس**	**٥٣٠**	**١٦٩**
الاثنين	**٥٥٦**	**١٧٩.٠**	**الجمعة**	**٥٣٨**	**١٧٤.٠**
الثلاثاء	**٥٥٦**	**١٨٠.٠**	**فترة الدراسة**	**٥٤٨.٨**	**١٧٧.٦**

الحد الأدنى لحمولة الشبكة الكهربائية:

سجلت الشبكة أدنى حمولة لها يوم الثالث من شهر شباط عام ٢٠٠٠م (١٥٠ ميجا واط) بينما سجل يوم ٢٠٠٣/٨/١٧م أعلى حمولة لها (٩٥٠ ميجا واط) ، وكان اليوم الذي سبق هذا اليوم ٢٠٠٣/٨/١٦م قد سجل أعلى حمل للحمولة الدنيا لشبكة المدينة المنورة (٨١٧ ميجا واط). لذلك يمكن القول بأن ليلة ٢٠٠٣/٨/١٨/١٦م ، ويوم ٢٠٠٣/٨/١٧م ، هما أكثر أيام الدراسة استهلاكاً للكهرباء ، علماً بأن المتوسط العام لأدنى حمولة للشبكة خلال فترة الدراسة قد بلغ ٤٠٧ ميجا واط.

ويبدو من خلال المتوسطات السنوية للحمولة الدنيا لشبكة الكهرباء أن هناك تزايداً ملحوظاً في الحمولة ، فقد بلغ متوسط الحمولة الدنيا عام ٢٠٠٠م نحو٣٦٣.٧ ميجا واط ، و٣٩٢.١ ميجا واط لعام ٢٠٠١م ، و٤٢٠.٩ ميجا واط لعام ٢٠٠٢م ، و٤٥١.٧ ميجا واط لعام ٢٠٠٣م ، أي بزيادة سنوية قدرها ٦.٧٪ ، وبهذا نستطيع القول بأن معدل الزيادة في الحد الأدنى لحمولة الشبكة يفوق الزيادة بالحمولة القصوى بنحو ١.٢٪. وقد يعتبر هذا مؤشراً على ارتفاع درجة الحرارة مع تقدم السنوات ، فهل هذا يعود إلى نسق عام؟ أم بسبب تأثير الجزيرة الحرارية للمدينة؟ أم أنه مؤشر حضاري وليس مؤشراً يدل على ارتفاع درجة الحرارة؟

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وباستعراض الجدول رقم (٦) يتبين أن نحو ثلثي قيم الحمولة الدنيا للشبكة تقع ضمن الفئة الثانية والثالثة ، كما نلاحظ تدني القيم المتطرفة ، فقد تكررت القيمة ٢١٥ ميجا واط ١٤ مرة ، وتقع هذه القيمة ضمن الفئة الثانية ، ويوضح الشكل رقم (٤) بأن نحو ٨٠٪ من قيم الحمولة الدنيا للشبكة تقل عن المتوسط العام للحمولة كما هو الحال (تقريباً) بالنسبة للحمولة القصوى..

جدول (٦) الحمولة الدنيا لشبكة الكهرباء في المدينة المنورة خلال الفترة (١٩٩٩ -٢٠٠٣) ميجا واط

الفئة	حدود الفئة	التكرار	التكرار المتراكم	النسبة المئوية	النسبة المتراكمة
الأولى	**أقل من ٢٠٠**	٢٤١	٢٤١	٪١٤	٪١٤
الثانية	**٢٠٠ -٤٠٠**	٦١٤	٨٥٥	٪٣٥.٧	٪٤٩.٧
الثالثة	**٤٠٠ -٦٠٠**	٥٦٨	١٤٢٣	٪٣٣	٪٨٢.٧
الرابعة	**٦٠٠ -٨٠٠**	٢٩٢	١٧١٥	٪١٧	٪٩٩.٧
الخامسة	**أكثر من ٨٠٠**	٥	١٢٧٠	٪٠.٣	٪١٠٠
المجموع		١٧٢٠	١٧٢٠	٪١٠٠	٪١٠٠

وحمولة الشبكة الدنيا حسب شهور السنة شديدة التطابق في شكل توزيعها مع الحمولة القصوى (شكل ٥) ، وما زال شهر كانون الثاني(يناير) يحتل المرتبة الأخيرة في الحمولة الدنيا ، ويحتل شهر آب المرتبة الأولى ، وأن الفارق بين معدل الحمولة القصوى ومعدل الحمولة الدنيا يصل نحو ١٤٠ ميجا واط ، ويبدو من خلال الجدول (٧) بأن أعلى انحراف معياري هو شهر أيلول بدلاً من شهر تشرين أول(أكتوبر) بالنسبة للحمولة القصوى ولكن بفارق بسيط من الأشهر المجاورة ، ويمثل شهر أيلول(سبتمبر) مرحلة انتقالية بين أشهر الصيف الحارة جداً والفترة الدافئة خلال فصل الخريف.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وكما هو الحال يمكن تقسيم السنة إلى فترة حارة (حزيران(يونيو) ، تموز(يوليو) ، آب(أغسطس) ، أيلول(سبتمبر) وفترة دافئة غير متصلة (نيسان(أبريل) ، أيار(مايو) ، تشرين أول(أكتوبر) ، تشرين ثاني(نوفمبر) وفترة معتدلة كانون أول(ديسمبر) ، كانون ثاني(يناير) ، شباط(فبراير) ، آذار(مارس) ويلاحظ من خلال الشكل (٣ و٥) بأن الفترة الممتدة من حزيران(يونيو) إلى آب(أغسطس) تخرج قليلاً عن النسق العام للحمولة القصوى والحمولة الدنيا ، حيث يظهر تقوس للأسفل في المنحنى خلال هذه الفترة بسبب إجازة المؤسسات التعليمية الصيفية .

جدول (٧) معدل الحمولة الدنيا لشبكة الكهرباء في المدينة المنورة حسب شهور السنة خلال الفترة (١٩٩٩ -٢٠٠٣م)/ ميجا واط

الشهر	المعدل	الانحراف المعياري	الشهر	المعدل	الانحراف المعياري
كانون ثاني(يناير)	١٨٦	٢٠.٠	تموز(يوليو)	٥٩٩	٧٣.٢
شباط(فبراير)	٢٠٧	٢٩.٥	آب(أغسطس)	٦٤٠	٧٤
آذار(مارس)	٢٥٤	٤٠.١	أيلول(سبتمبر)	٥٥٩	٨٤
نيسان(أبريل)	٣٥٤	٥٤.٦	تشرين أول(أكتوبر)	٤٢١	٧٦.٨
أيار(مايو)	٤٧٠	٧١.٣	تشرين ثاني(نوفمبر)	٢٧٨	٧٦.٦
حزيران(يونيو)	٥٧٠	٥٨.٧	كانون أول(ديسمبر)	٢٠٩	٣٤
فترة الدراسة				٤٠٧	١٧٢.٨

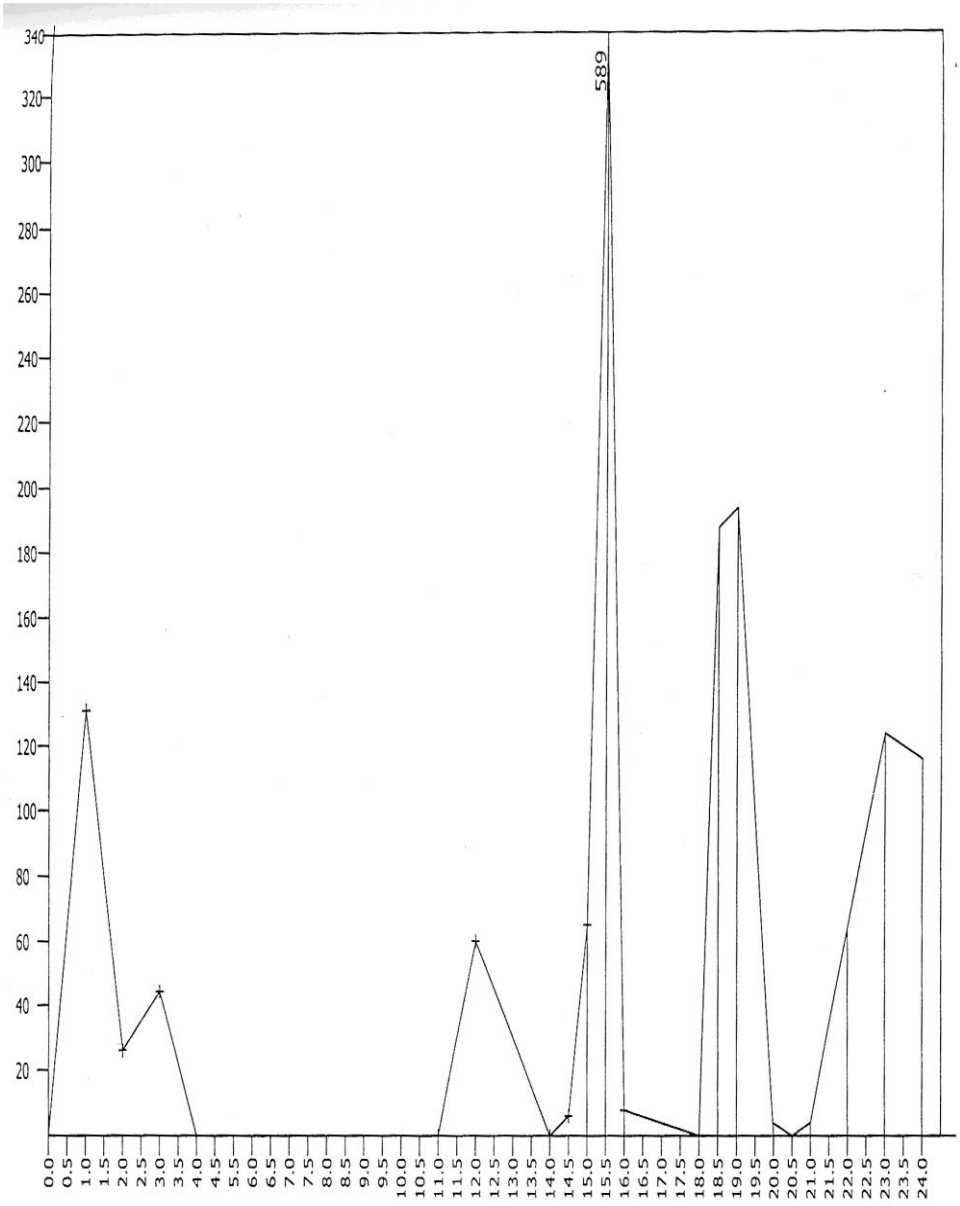
المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

تتشابه أيام الدوام الرسمي (عدا يوم الأربعاء) في الحمولة الدنيا لشبكة الكهرباء ، ويقارب معدل هذه الأيام المعدل العام للحمولة الدنيا ، ويحتل يوم الجمعة المرتبة الأخيرة في هذا الأمر ، ولعل ذلك يعود إلى أن الناس يخلدون إلى النوم بعد صلاة الفجر وبخاصة خلال الصيف ، وأن الارتفاع الواضح في معدل الحمولة الدنيا ليومي الأربعاء والخميس قد يعود إلى نشاط صالات الأفراح والاستراحات خلال هذين اليومين بشكل يفوق يوم الجمعة وبخاصة أثناء دوام المؤسسات التعليمية ، ومن المعروف بأن السهرات تستمر حتى طلوع الشمس ، ولا يحبذ أهل المدينة المنورة الاحتفال بهذه المناسبات يوم الجمعة بسبب دوام المؤسسات الخاصة والعامة يوم السبت.

جدول (٨) معدل الحمولة الدنيا لشبكة الكهرباء في المدينة المنورة حسب الأيام خلال الفترة (١٩٩٩ -٢٠٠٣م)/ ميجا واط

اليوم	المعدل	الانحراف المعياري	اليوم	المعدل	الانحراف المعياري
السبت	٤٠٦	١٧٣.٩	**الأربعاء**	٤١٣	١٧٧.٢
الأحد	٤٠٧	١٧٣.٢	**الخميس**	٤١٣	١٧٧.٢
الاثنين	٤٠٨	١٧٥	**الجمعة**	٣٩٠	١٨٥
الثلاثاء	٤٠٩	١٧٥.٤	**فترة الدراسة**	٤٠٧	١٧٢.٨

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة



شكل (٦) تكرار حالات الحمولة القصوى لشبكة الكهرباء في المدينة المنورة حسب الساعة خلال الفترة (١٩٩٩ -٢٠٠٣)/ /مرة (عدد الحالات الإجمالي ١٧٢٠ حالة)

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

ساعات الذروة

الإضاءة والتكييف هما المستهلكان الرئيسيان للطاقة الكهربائية في المدينة المنورة، حيث تشير تقارير الشركة السعودية للكهرباء بأن ٨٢.٩٪ تستهلك للسكن، و١٢.٣٪ للأغراض التجارية، و٢.١٪ للقطاع الحكومي، و١.١٪ للقطاع الزراعي، ونحو ٠.٢٪ للقطاع الصناعي، والباقي ١.٤٪ تستخدمها بقية القطاعات[١]

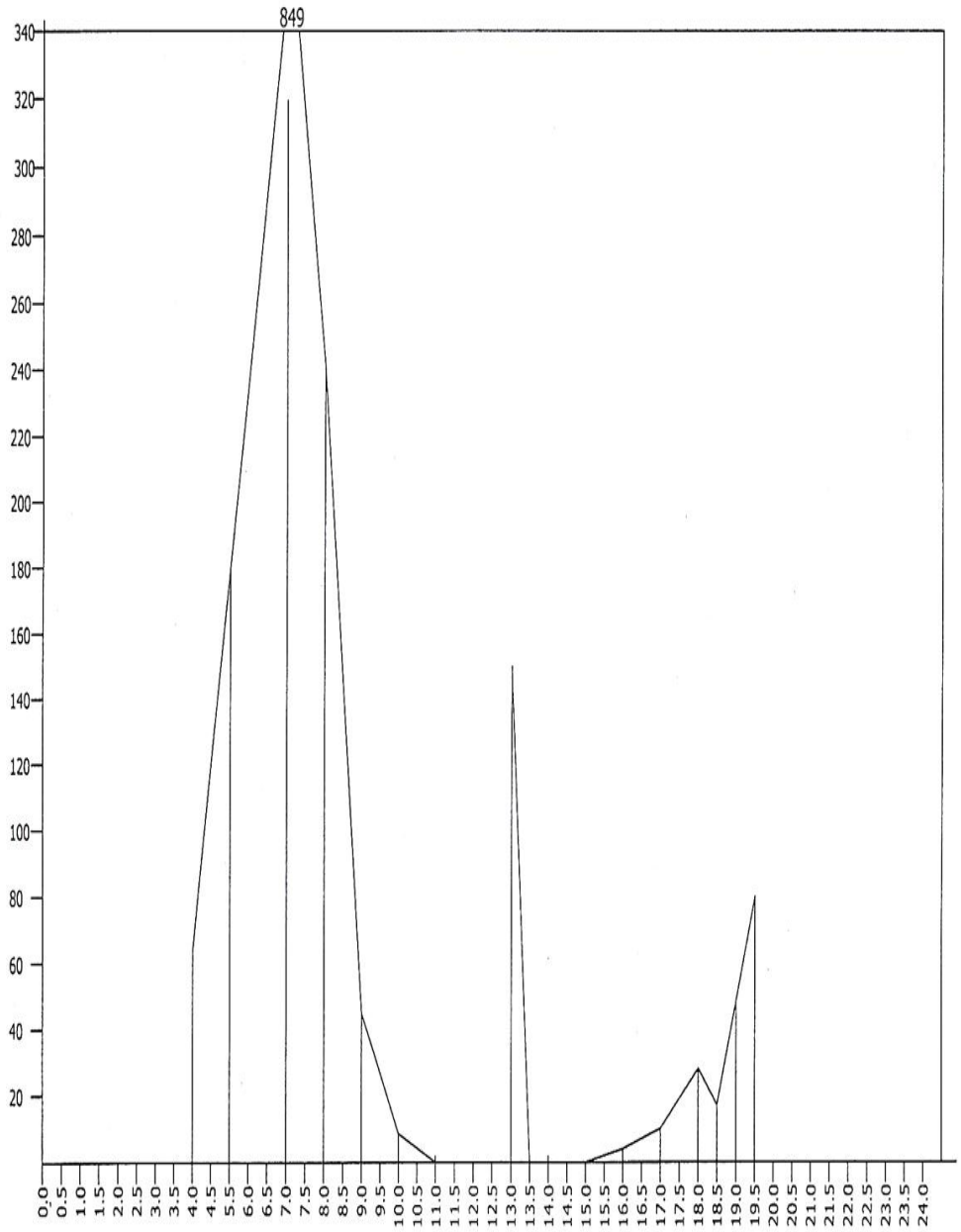
لذلك يلعب النشاط السكاني الدور الأساسي في مسيرة المنحنى اليومي لاستهلاك الكهرباء، ونظراً لعدم توفر بيانات ساعية لاستهلاك الكهرباء في المدينة المنورة، فقد بدى المنحنى الممثل لشكل (٦) متقطعاً، لأنه يمثل الساعات التي حصلت بها ذروة الحد الأقصى لحمولة الشبكة ومع ذلك فإن الشكل يبرز فترات زمنية واضحة تعكس النشاط السكاني اليومي، والسلوك اليومي لدرجة الحرارة (كما سيتبين لاحقاً) وهذه الفترات هي:

أولاً: فترة السهرة:

تمتد هذه الفترة من الساعة التاسعة مساءً (٢١.٠) حتى ساعات الصباح الباكر (الرابعة صباحاً). وتشمل هذه الفترة فترة صلاة الفجر، وسهرات الأعراس والمناسبات الخاصة، وخاصة في فصل الصيف، وهنا تقترن الإضاءة مع ارتفاع درجة الحرارة الذي يلزمها التبريد ليصبح الجو مناسباً للسهرات.

(١) (الشركة السعودية للكهرباء، ٢٠٠٣، ص٢٢).

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة



شكل (٧) تكرار حالات الحمولة الدنيا لشبكة الكهرباء في المدينة المنورة حسب الساعة خلال الفترة (١٩٩٩ - ٢٠٠٣)/ /مرة (عدد الحالات الإجمالي ١٧٢٠ حالة)

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

ثانياً : فترة الظهيرة: تمتد هذه الفترة من الساعة الحادية عشرة صباحاً حتى الثانية بعد الظهر ، وتمثل الساعة ١٢ ظهراً ذروة الاستهلاك الكهربائي خلال هذه الفترة ، ويعود سبب بروز هذه الفترة إلى صلاة الظهر مقرونة بحاجة السكان ، والدوائر الحكومية ، والقطاع التجاري والصناعي إلى الطاقة الكهربائية ، ويعود سبب اختفاء الحدود القصوى خلال فترة الصباح والضحى ، إلى قلة فاعلية أثر الإضاءة على الاستهلاك ، وأن المنازل تكون في مرحلة سباتها الصباحي.

ثالثاً: فترة العصر: تمتد هذه الفترة من الساعة الثانية حتى الرابعة بعد الظهر ، وتمثل الساعة ٣:٣٠ أقصى حمل للشبكة ، فقد تكرر الحد الأقصى للحمولة في هذه الساعة (٥٨٩ مرة) أي ما يعادل ثلث التكرارات (الأيام). ولعل السبب يعود إلى اقتران الإشعاع الشمسي والإشعاع الأرضي ، فبعد أن تصل الطاقة الإشعاعية حدها الأقصى عند فترة الزوال ، تبدأ مرحلة الذروة للإشعاع الأرضي ، مما يزيد من درجة حرارة الهواء ، وتحتاج المساكن ومختلف القطاعات إلى مزيد من الطاقة لتلطيف الجو ، كما يصاحب هذه الظاهرة فترة صلاة العصر في مساجد المدينة المنورة.

رابعاً: فترة الغروب حتى صلاة العشاء : تمثل الفترة التي تتبع العصر حتى قبيل صلاة المغرب فترة سبات في المدينة المنورة ، حيث تختفي الحدود القصوى للاستهلاك في هذه الساعات. ويعود النشاط السكاني للظهور مع صلاة المغرب ويستمر حتى بعيد صلاة العشاء، وقد يعود ظهور بعض حالات للحد الأقصى لاستهلاك الكهرباء في المدينة المنورة بعد الساعة الثامنة إلى استمرار الحركة التجارية، وإلى صلاة التراويح والتهجد إلى صلاة الفجر خلال شهر رمضان المبارك .

ساعات الحدود الدنيا

سجلت الساعة السابعة صباحاً أقل ساعات اليوم استهلاكاً للطاقة ، فقد تكررت حالات الحمولة الدنيا للشبكة ٨٤٩ مرة أي ما يعادل نصف حالات الحدود الدنيا ، ويمكن من خلال الشكل

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

(٧) تقسيم ساعات اليوم في المدينة المنورة بناءً على الحدود الدنيا لحمولة الشبكة إلى أربع فترات زمنية هي:

١ - **فترة الصباح والضحى :** تمتد هذه الفترة من الساعة الرابعة صباحاً حتى الحادية عشرة قبل الظهر. فبعد صلاة الفجر يحاول معظم الناس النوم ولو لساعة من الوقت قبل البدء بتحضير أنفسهم للعمل ، أو تجهيز أطفالهم للذهاب إلى المدارس الجامعات، وتمتد فترة التحضير من الخامسة صباحاً حتى السابعة ، بعد ذلك يسود السكون أرجاء معظم المساكن في المدينة المنورة ، وتبدأ الحركة تدب في أرجاء بعضها عند الساعة التاسعة ، وعند الساعة الحادية عشرة تكون الحركة قد عادت مرة أخرى للبيوت تحضيراً لصلاة الظهر واستعداداً لتجهيز طعام الغداء حين عودة الطلبة من مدارسهم والموظفين من وظائفهم.

٢ - **فترة القيلولة (الظهر) :** وهي فترة قصيرة جداً، تتبع تناول الغداء، وتستمر من الواحدة حتى الثانية بعد الظهر، وتتبع هذه الفترة فترة صلاة الظهر، حيث تلجأ المحلات التجارية ومشاغل الميكانيك والحدادة والتجارة، وبعض وظائف القطاع الخاص إلى توقيف نشاطاتها خلال هذه الساعة، فتنخفض كمية استهلاك الكهرباء، فتصل الحمولة على الشبكة الكهربائية أدنى حد لها.

٣ - **فترة العصر :** وتبدأ هذه الفترة بعد أداء صلاة العصر، حيث تخف الحركة في شوارع المدينة المنورة، ويبقى غالبية السكان في منازلهم قبيل غروب الشمس بقليل، ونظراً لاختلاف ساعات غروب الشمس حسب الفصول فإن هذه الفترة غير واضحة المعالم بالنسبة لحالات الذروة وحالات الحمولة الدنيا وبمطابقة الشكلين (٦و٧) ، نجد تداخلاً بين فترة العصر وفترة الغروب.

٤ - **فترة الغروب :** وتبدأ من الساعة الخامسة حتى السابعة والنصف، وتتناوب هذه الفترة حالات الذروة وحالات الحدود الدنيا، ولعل السبب في ذلك عائد من إلى اختلاف مواعيد صلاتي المغرب والعشاء، خلاف الفترات (الأولى والثانية) التي تحددها ساعات الدوام الرسمي، أما الفترة الثالثة والرابعة فتحددها ساعات غروب الشمس ومن ثم صلاتي المغرب والعشاء وما ينجم عنهما من نشاط سكاني.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

ساعات الذروة حسب شهور السنة : يبين الجدول التالي رقم (٩) معدل ساعات الذروة لحمولة الشبكة الكهربائية في المدينة المنورة ، وقد عكس هذا المعدل ما تم التوصل إليه سابقاً إلى تقسيم السنة إلى فصول مناخية. حيث يمكن اعتبار كل من (كانون أول(ديسمبر) ، كانون ثاني(نوفمبر) ، شباط(فبراير) ، وآذار(مارس)) فصلاً معتدلاً ، تكون ذروة حمولة شركة الكهرباء ما بين الساعة الخامس حتى التاسعة مساءً . لأن استهلاك الكهرباء في هذا الفصل يكون لغايات الإنارة في الدرجة الأولى ، وتقل حفلات المناسبات المختلفة إلى أقصى حد ممكن ، لذلك فإن النشاط السكاني في هذا الفصل يدب مع ساعات الغروب ويخف مع الساعة التاسعة مساءً ، فالطقس لا يساعد على السهر في الاستراحات ، ولا يسمح دوام المدارس السهر لفترات أطول.

جدول (٩) معدل ساعات الذروة لحمولة الشبكة الكهربائية بالمدينة المنورة حسب الشهر خلال الفترة (١٩٩٩ -٢٠٠٣م)/ الزمن بالساع

الشهر	الساعة	الانحراف المعياري	الشهر	الساعة	الانحراف المعياري
كانون ثاني(يناير)	١٨:٣٢	٢:٢٢	تموز(يوليو)	١٤:٤٥	١:٣٨
شباط(فبراير)	١٨:٥٣	١:٤٣	آب(أغسطس)	١٤:٣٦	٢:١٦
آذار(مارس)	١٨:٢٣	٥:٠٨	أيلول(سبتمبر)	١٢:٠٨	٦:٣٣
نيسان(أبريل)	٨:٠٢	٨:١١	تشرين أول(أكتوبر)	٨:٤٥	٩:١٦
أيار(مايو)	٩:٢٣	٧:٠٧	تشرين ثاني(نوفمبر)	١٧:٠٦	٧:٤٤
حزيران(يونيو)	١٤:٣٦	٣:٠٥	كانون أول(ديسمبر)	١٨:٥١	٥:٢٣
السنة				١٤:١٩	٦:٥٥

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

أما الفصل الحار الذي فرز من خلال الجدول السابق (٧) فيشمل أشهر الصيف فقط (حزيران(يونيو) ، تموز(يوليو) ، آب(أغسطس)) ، وتراوحت ساعات الذروة فيه من الساعة ٢:٣٠ حتى الساعة ٢:٤٥ بعد الظهر. وتمثل هذه الفترة عادة قمة المنحنى اليومي لدرجة الحرارة، وأن الاستهلاك في هذه الفترة يتركز بالدرجة الأولى على التبريد ، لأن أشعة الشمس تغني في معظم المنازل والمؤسسات عن إنارة الكهرباء وإن استخدمت الإنارة الكهربائية فهي في أقل الحدود .

ويتمثل الفصل الدافئ في أشهر (نيسان(أبريل)، أيار(مايو)، وتشرين أول(أكتوبر)، وقد خرج شهر أيلول عن النسق الخاص بالفصل الحار، أو الفصل الدافئ، وهو أبعد لأن يحسب ضمن الفصل الحار، وقد يكون سبب هذا الأمر يعود إلى كونه شهر حار ولكن تداوم به مؤسسات التعليم العالي، فتختلف ساعات النشاط البشري فيه من أشهر الصيف رغم ارتفاع درجة حارته، أما ساعات الذروة في الفصل الدافئ فتتراوح ما بين الساعة الثامنة صباحاً حتى التاسعة والثلث صباحاً. ويمكن أن نعزو ذلك إلى أن بداية دوام المؤسسات الحكومية والخاصة والمدارس يكون الساعة الثامنة صباحاً ، وتكون إنارة الشمس غير كافية في هذا الوقت ، كما أن درجة حرارة الجو ما زالت مرتفعة ، وبحاجة إلى تبريد طفيف ، وقد تقفل أجهزة التكييف بعد فترة وجيزة أو أن تبقى على درجة طفيفة ، والشيء نفسه يمكن أن ينطبق على المنازل ، ولذلك نجد أن ساعات الذروة في هذا الفصل تنحصر في بداية الدوام الصباحي، وبشكل عام فإن الساعة السابعة والثلث شهد أعلى حمولة للشبكة.

ساعات الذروة حسب أيام الأسبوع

تتفاوت ساعات الأسبوع بالوقت الذي تكون حمولة الشبكة في أقصى حد لها ، ويبرز الجدول (١٠) ثلاثة أنماط لهذه الساعة. فخلال أيام الدوام الرسمي (سبت ، أحد ، اثنين ، ثلاثاء ، أربعاء) فإن أقصى حمولة للشبكة تكون حول الساعة الثانية بعد الظهر. وتتراوح ما بين ٢:٢٦ -٣:١٩ بعد الظهر.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

اليوم	الساعة	الانحراف المعياري	اليوم	الساعة	الانحراف المعياري
السبت	١٥:١٩	٦:٠٧	**الأربعاء**	١٤:٢٦	٦:٢٣
الأحد	١٤:٣٧	٦:٤٠	**الخميس**	١٣:٥٢	٧:١٢
الاثنين	١٤:٥١	٦:٢٣	**الجمعة**	١٢:٣٦	٨:٢٩
الثلاثاء	١٤:٣٤	٦:٣٨	**فترة الدراسة**	١٤:١٩	٦:٥٥

وتمثل هذه الفترة ذروة منحنى درجة الحرارة اليومي في المنطقة ، والنمط الثاني هو يوم الجمعة حيث تصل حمولة الشبكة أقصاها في هذا اليوم الساعة ١٢:٣٦ وهو موعد صلاة الجمعة ، حيث تستهلك مساجد المدينة التي يربو عددها عن ٧٠٠ مسجد كمية ضخمة من الطاقة الكهربائية ، في ساعة محددة وفق شعائر هذه الصلاة المباركة ، أما النمط الثالث وهو يوم الخميس الذي يعتبر يوم عطلة رسمية للقطاع الحكومي فإن ساعة الذروة في هذا اليوم تقل ما بين نصف ساعة إلى ساعة عن بقية أيام الدوام الرسمي. ويعود هذا التأخير إلى أن عامل التبريد يوم الخميس في مثل هذه الساعة يلعب الدور الأساسي في استهلاك الكهرباء ، أما بقية الأيام فإن عامل الإنارة في الدوائر الحكومية وتشغيل بعض الأجهزة يساهم إلى جانب عامل التبريد في استهلاك الكهرباء علماً بأن الدوام الرسمي ينتهي في معظم الدوائر الحكومية الساعة الثانية ، وقد يمتد في بعض المؤسسات إلى الساعة الثالثة بعد الظهر ، يضاف إلى ما سبق ذكره ، أن بعض المصانع تغلق أبوابها مع منتصف نهار يوم الخميس.

ساعات الحدود الدنيا حسب شهور السنة

يظهر الجدول (١١) نمطاً أكثر تعقيداً من سابقه الجدول (١٠). فقد تحددت حمولة الشبكة الكهربائية بأربعة أنماط لساعات الحد الأدنى ، يمكن تسميتها على النحو التالي:

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

جدول (١١) معدل ساعات الحمولة الدنيا لشبكة الكهرباء في المدينة المنورة حسب الشهر خلال الفترة (١٩٩٩ -٢٠٠٣م)/ الزمن بالساعة

الشهر	الساعة	الانحراف المعياري	الشهر	الساعة	الانحراف المعياري
كانون ثاني(يناير)	٥:٤٦	١:٤٤	تموز(يوليو)	١٠:٢٤	٥:٠٥
شباط(فبراير)	٥:٣٨	١:٣٧	آب(أغسطس)	١٠:٤٢	٥:٠٤
آذار(مارس)	٧:٠٦	١:٢١	أيلول(سبتمبر)	٨:٤٢	٣:٢٥
نيسان(أبريل)	٨:٢٤	٣:٠٧	تشرين أول(أكتوبر)	٨:٢١	٣:٠٣
أيار(مايو)	٨:٥١	٣:٤١	تشرين ثاني(نوفمبر)	٨:٢٢	١٣:٠٤
حزيران(يونيو)	١٢:٢٥	٥:٤٢	كانون أول(ديسمبر)	٧:٣٥	١:٥١
السنة				٨:٤٠	٤:٠٢

١ - الفصل البارد:.

ويضم كلاً من شهر كانون أول(ديسمبر) وشباط(فبراير)، وتتراوح فترة الحد الأدنى لحمولة الشبكة الكهربائية ما بين الساعة ٥:٣٨ -٥:٤٦ صباحاً، وهي الفترة التي تعقب صلاة الفجر مباشرة، حيث تغلق المساجد، ويخلد المصلون إلى النوم، والنشاط السكاني في أدنى درجاته وبخاصة أنه لا حاجة لتشغيل المكيفات بسبب برودة الطقس فهذان الشهران هما أبرد شهور السنة.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

٢ - الفصل المعتدل:

ويضم كلاً من شهر آذار(مارس)، وهو يقع على أطراف الفصل البارد، وشهر كانون أول(ديسمبر) والذي يقع أيضاً على أطراف الفصل البارد، وكان هذان الشهران يقعان ضمن الفصل البارد عند الحديث عن الحمولة القصوى وقد استطاعت الحمولة الدنيا فرز الشهور بصورة أدق من الحمولة القصوى، وتتراوح ساعات الحمولة الدنيا ما بين الساعة ٧:٠٦ -٧:٣٥، وهي الفترة التي تتبع فترة التحضير للدوام سواء كانت للموظفين أم للطلبة، وهي فترة سكون منزلي، ويبدو أنه لا يعقب صلاة الفجر في هذين الشهرين فترة سكون قبل التحضير للدوام، حيث لا يوجد فارق كبير بين صلاة الفجر وبين طلوع الشمس والذهاب إلى المدارس والجامعات.

٣ - الفصل الدافئ:

ويضم كلاً من شهر نيسان(أبريل) وأيار(مايو) وأيلول(سبتمبر) وتشرين أول(أكتوبر) وتشرين الثاني(نوفمبر). ويشمل هذا الفصل معظم شهور الربيع والخريف، وهما الفصلان الانتقاليان بين الصيف والشتاء. وتتراوح ساعات الحد الأدنى لحمولة الشبكة ما بين ٨:٢١ -٨:٥١ صباحاً، وهنا يبدو الأمر محيراً لتشابه ساعات الذروة، والحد الأدنى في كل من شهر نيسان(أبريل) وشهر تشرين الأول(أكتوبر)، حيث تدور هذه الساعات حول الساعة الثامنة صباحاً، ويمكن أن يقال القول نفسه بالنسبة إلى شهر أيلول(سبتمبر)، فالفارق بين هذه الأشهر من ساعات الذروة إلى ساعات الحد الأدنى دقائق معدودة.فإذا سلمنا بأن المنازل تكون في أدنى مراحل نشاطها في ساعات الصباح، فإن القطاعات الأخرى كما سبق ذكره آنفاً يمكن أن تستخدم الإنارة في بداية الدوام مع تشغيل المكيفات، ثم لا تلبث وتستغني عن الإنارة الكهربائية، وتخفف أو تطفئ المكيفات بعد فترة وجيزة من تشغيلها.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

٤ - الفصل الحار:

ويضم كلاً من شهري تموز(يوليو) وآب(أغسطس) ويلحق بهما شهر حزيران(يونيو). حيث تتراوح ساعات الحد الأدنى في شهري تموز (يوليو) وآب(أغسطس) ما بين ١٠:٢٤ -١٠:٤٢ صباحاً ، ويعود السبب في ذلك إلى الاعتماد بدرجة كبيرة على إنارة الشمس للمنازل ومختلف القطاعات ، علماً بأن في هذين الشهرين مؤسسات التعليم شبه مغلقة ، أما شهر حزيران(يونيو) فلا يمثل جميعه عطلة رسمية للقطاع التعليمي ، لذلك كانت ساعة الحد الأدنى في هذا الشهر تقترب من نصف النهار ، وهذه الساعة تمثل منتصف المسافة بين الساعة العاشرة صباحاً (الإجازة الصيفية) والساعة الثانية بعد الظهر التي تمثل ساعات الذروة خلال الفترة نفسها.:

العلاقة بين درجة الحرارة وحمولةالشبكة

أولاً: الحمولة القصوى ودرجة الحرارة العظمى

بلغ معدل درجة الحرارة العظمى خلال فترة الدراسة (١٩٩٩ -٢٠٠٣م) نحو ٣٦م° ، بانحراف معياري قدره ٧.٧ . وقد تفاوتت هذه الدرجة ما بين ١٦.١م° و٤٨.٤م°. أما معدل درجة الحرارة التي رافقت حصول ذروة حمولة الشبكة الكهربائية فكانت ٣١.٥م° ، وتراوحت هذه الدرجة ما بين ٤.٥م° و ٤٧.٧م°. وهذا يدل بأنه لا يوجد تلازم دقيق بين درجة الحرارة العظمى والحمولة القصوى للشبكة. فقد بلغ معامل الارتباط بين درجة الحرارة القصوى ودرجة الحرارة المرافقة لأعلى حمولة ٠٠.١٤ بدلالة إحصائية قدرها ٩٩٪ ، أي أن ذروة الحمولة لا تحصل عندما تكون درجة الحرارة في أقصاها خلال أيام الدراسة ، وكما تبين في الفصول السابقة فإن ذروة الحمولة قد تحصل خلال ساعات الليل، أما علاقة درجة الحرارة القصوى خلال اليوم مع الحمولة القصوى للشبكة فهي علاقة قوية ، فقد بلغ معامل الارتباط بينهما ٠.٩٠ وبدلالة إحصائية مرتفعة (٩٩٪)، ولذلك من الأفضل اعتماد درجة الحرارة القصوى والدنيا أو معدل درجة الحرارة لمعرفة أثر درجة الحرارة على استهلاك الكهرباء ممثلاً بحمولة الشبكة.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

يستخدم بعض الباحثين مفهومين يتعلقان بدرجة الحرارة وعلاقتها مع استهلاك الكهرباء ، وهذان المفهومان هما Heating day, & Cooling days ، وقد اختلفت الدراسات لتحديد يوم التبريد ، ويوم التسخين أو التدفئة ، فمنهم من يعتبر اليوم الذي تكون معدل درجة الحرارة فيه ١٥م° هو اليوم الذي يحتاج إلى تشغيل التدفئة ، ومنهم من يعتبر درجة الحرارة ١٨م°. أما التبريد فالبعض يعتبر ١٨م° هي الحد الفاصل بين التبريد والتدفئة ، والبعض يقر بأن درجة الحرارة ٢١م° هي الأفضل لأن تكون الحد اللازم لتشغيل التكييف[١] (ولو طبقنا المعيار (٢١م°) على الجدول (١٢) فإن ١٠٪ تقريباً من الأيام لا تحتاج إلى تكييف، ولكن هذا الأمر غير صحيح، إذ يجب اعتماد المعدل اليومي باستخدام درجة الحرارة العظمى ودرجة الحرارة الدنيا..

جدول (١٢) درجات الحرارة العظمى في المدينة المنورة خلال الفترة (١٩٩٩ -٢٠٠٠م)/ م°

الفئة	حدود الفئة/م°	التكرار	التكرار المتجمع	النسبة	النسبة المتجمعة
الأولى	**أقل من ٢٠**	٢١	٢١	٪١.٢	٪١.٢
الثانية	**٢٠ -٢٥**	١٥٧	١٧٨	٪٩.١	٪١٠.٤
الثالثة	**٢٥ -٣٠**	٢٩٩	٤٧٧	٪١٧.٤	٪٢٧.٨
الرابعة	**٣٠ -٣٥**	٢٢٧	٧٠٤	٪١٣.٢	٪٤٠.٩
الخامسة	**٣٥ -٤٠**	٣٠٢	١٠٠٦	٪١٧.٦	٪٥٨.٦
السادسة	**٤٠ -٤٥**	٥٧١	١٥٧٧	٪٣٣.٢	٪٩١.٧
السابعة	**أكثر من ٤٥**	١٤٣	١٧٢٠	٪٨.٣	٪١٠٠

(١) .(Valor, et al. , 2001)

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وتعتبر الأرقام الواردة في الجدول (١٢) مؤشراً مهماً يدل على حاجة المدينة المنورة للطاقة الكهربائية ، فهناك ٢١ يوم فقط من بين ١٧٢٠ يوم لم تتجاوز الحرارة العظمى الفئة المثلى لراحة الإنسان وهي (١٨ -٢٠م°) ، ويمكن أن تصل الأيام التي تتمتع بالمثالية إلى ١٧٨ يوم ، أي ما يعادل ١٠.٤٪ من أيام فترة الدراسة ، وهذه الأيام لا تحتاج إلى تبريد أو تسخين/ تدفئة.

ثانياً: الحمولة القصوى ودرجة الحرارة الصغرى

تتراوح درجة الحرارة الدنيا خلال فترة الدراسة ما بين ٥.٥م° و٤٠.١م° ، وبمعدل يصل إلى ٢٢.٦م° بانحراف معياري قدره ٧.٠. ويبلغ معامل الارتباط بين درجة الحرارة الصغرى وحمولة الشبكة الكهربائية إلى ٠.٩٠ بدلالة إحصائية مرتفعة (٩٩٪).

وبتفحص الجدول (١٣) وباعتماد درجة الحرارة ٢٠م° للتبريد ، فإن أكثر من ثلث أيام الدراسة لا تحتاج إلى تبريد ، وأن ثلثي أيام الدراسة تحتاج إلى تشغيل المكيفات مما يرفع من استهلاك الكهرباء في هذه الأيام ، ولمعرفة النسبة المئوية للأيام التي تحتاج إلى تشغيل المكيفات لا بد من استخدام معدل درجة الحرارة اليومي.حيث يبين الجدول (١٤) أن نحو ١٤٪ من أيام الدراسة وفق المعيار المشار إليه آنفاً (٢٠م°) لا تحتاج إلى تشغيل المكيفات في المدينة المنورة ، ويمكن أن تصل النسبة إلى الثلث إذا رفعنا المعيار إلى ٢٢م° ، وأن نحو ٢٪ فقط تحتاج إلى تدفئة.

ومن المعروف أن نظام التدفئة في أيام التبريد قد تكون محصورة ببعض الفنادق ، وتكاد تخلو المنازل من وسائل التدفئة ، علماً بأن معامل الارتباط بين معدل ودرجة الحرارة اليومي والحمولة القصوى يصل إلى ٠.٩١ وبدلالة إحصائية قدرها ٩٩٪ ، وأن معدل درجة الحرارة السنوي في المدينة خلال فترة الدراسة يصل إلى ٢٩.٥م°.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

جدول (١٣) درجات الحرارة الصغرى في المدينة المنورة خلال الفترة (١٩٩٩ -٢٠٠٣)/ م°

الفئة	حدود الفئة/م°	التكرار	التكرار المتجمع	النسبة	النسبة المتجمعة
الأولى	أقل من ١٠	٤٣	٤٣	٢.٥٪	٢.٥٪
الثانية	١٠ -١٥	٢٦٣	٣٠٦	١٥.٣٪	١٧.٧٪
الثالثة	١٥ -٢٠	٣٢٤	٦٤٠	١٩.٤٪	٣٧.١٪
الرابعة	٢٠ -٢٥	٢٨٧	٩٢٧	١٦.٧٪	٥٣.٨٪
الخامسة	٢٥ -٣٠	٤٩٥	١٤٢٢	٢٨.٨٪	٨٢.٦٪
السادسة	٣٠ -٣٥	٢٩١	١٧.٣	١٦.٩٪	٩٩.٦٪
السابعة	أكثر من ٣٥	٧	١٧٢٠	٠.٤٪	١٠٠٪

جدول (١٤) معدل درجات الحرارة في المدينة المنورة خلال الفترة (١٩٩٩ -٢٠٠٣)/ م°

الفئة	حدود الفئة/م°	التكرار	التكرار المتجمع	النسبة	النسبة المتجمعة
الأولى	**أقل من ١٥**	٣٢	٣٢	١.٩٪	١.٩٪
الثانية	١٥ -٢٠	٢١٢	٢٤٤	١٢.٣٪	١٤.٢٪
الثالثة	٢٠ -٢٥	٣١٨	٥٦٢	١٨.٥٪	٣٢.٧٪
الرابعة	٢٥ -٣٠	٢٥٧	٨١٩	١٤.٩٪	٤٦.٦٪
الخامسة	٣٠ -٣٥	٣٩٩	١٢١٨	٢٣.٢٪	٧٠.٨٪
السادسة	٣٥ -٤٠	٤٣٢	١٦٥٠	٢٥.١٪	٩٥.٩٪
السابعة	**أكثر من ٤٠**	٧٠	١٧٢٠	٤.١٪	١٠٠٪

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

ثالثاً: الحمولة الدنيا ودرجة الحرارة :

لقد اتضح مما سبق بأن معامل الارتباط بين درجة الحرارة العظمى وحمولة الشبكة القصوى ، ومعامل الارتباط بين الحمولة نفسها وكل من معدل درجة الحرارة ، ودرجة الحرارة الدنيا يزيد عن ٠.٩٠ وبدلالة إحصائية مرتفعة ، وقد تبين أن معامل الارتباط بين الحمولة الدنيا لشبكة الكهرباء ودرجة الحرارة القصوى ودرجة الحرارة العظمى يصل إلى ٠.٩٢ و٠.٩١ على التوالي. وبدلالة إحصائية قدرها ٩٩٪. والشيء نفسه يمكن أن يقال عن علاقة تلك الحمولة مع المعدل اليومي لدرجة الحرارة.

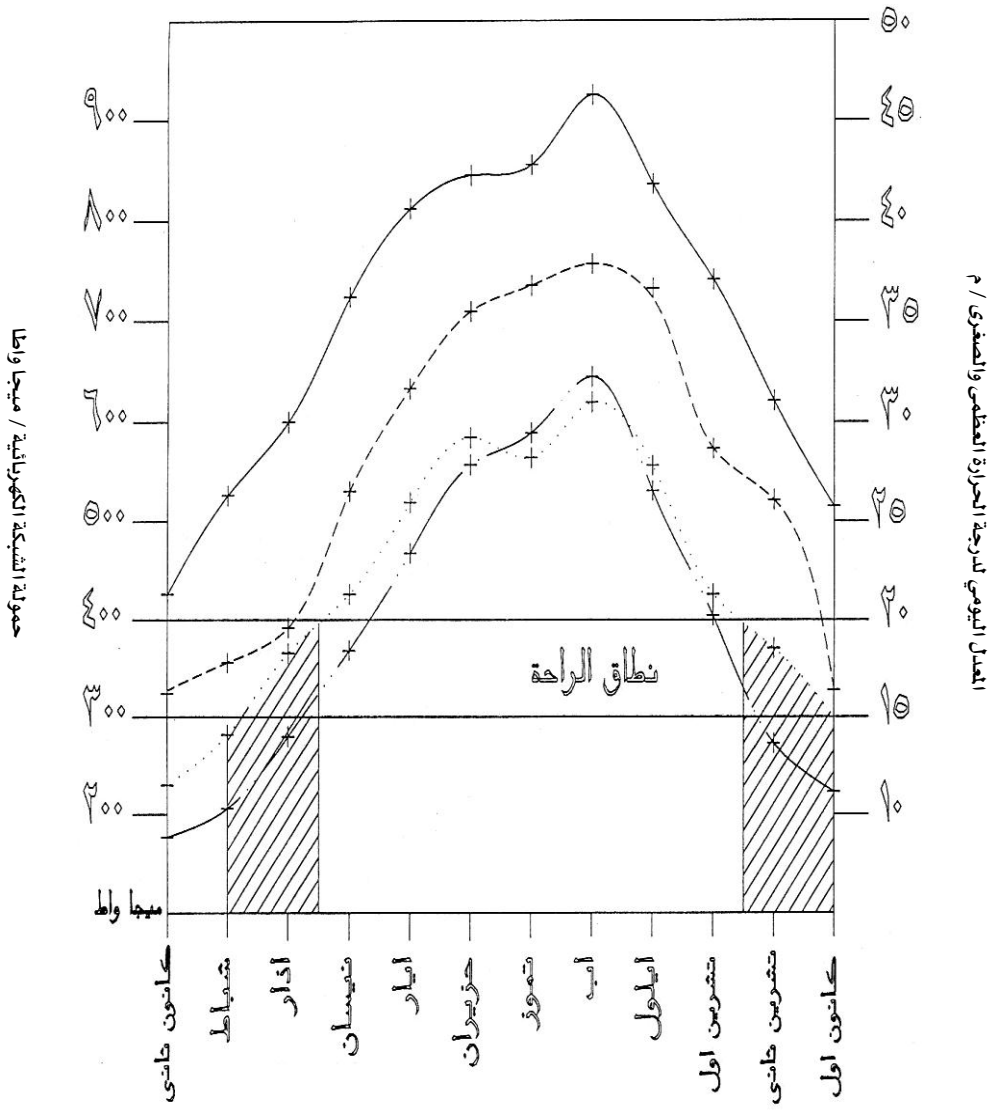
وبذلك نستطيع القول بأن لدرجة الحرارة دوراً كبيراً في حمولة الشبكة الكهربائية في المدينة المنورة ، حيث تبين وجود علاقة بين تلك الحمولة ودرجات الحرارة. ويوضح الشكل التالي تلك العلاقة (الشكل ٨) ، فالنسق الشهري لدرجة الحرارة يسير والنسق العام لحمولة الشبكة الكهربائية ، وهذا يثبت مرة أخرى أثر درجة الحرارة في التنبؤ مستقبلاً بحاجة المدينة من الطاقة الكهربائية.

ومن خلال الشكل (٨) أمكن تحديد نطاق الراحة Comfort Zone كما حدده[١] حيث تعتبر الفترة التي تكون درجة الحرارة فيها تتراوح ما بين ١٥م° -٢٠م° فترة راحة للإنسان ، ولا يحتاج فيها إلى التدفئة أو التبريد ، وقد تبين أن هذه الفترة تشمل (نصف تشرين أول (أكتوبر) وتشرين ثاني (نوفمبر) ، وشهر شباط (فبراير) ، ونصف شهر آذار (مارس) تقريباً) أما شهري كانون أول (ديسمبر) وكانون ثاني (يناير) فهي بحاجة إلى تدفئة ، أما بقية الفترة فتحتاج إلى تبريد وتمثل نحو ٦٠٪ من أيام السنة.

---

(١) (Valor, et al., 2001)

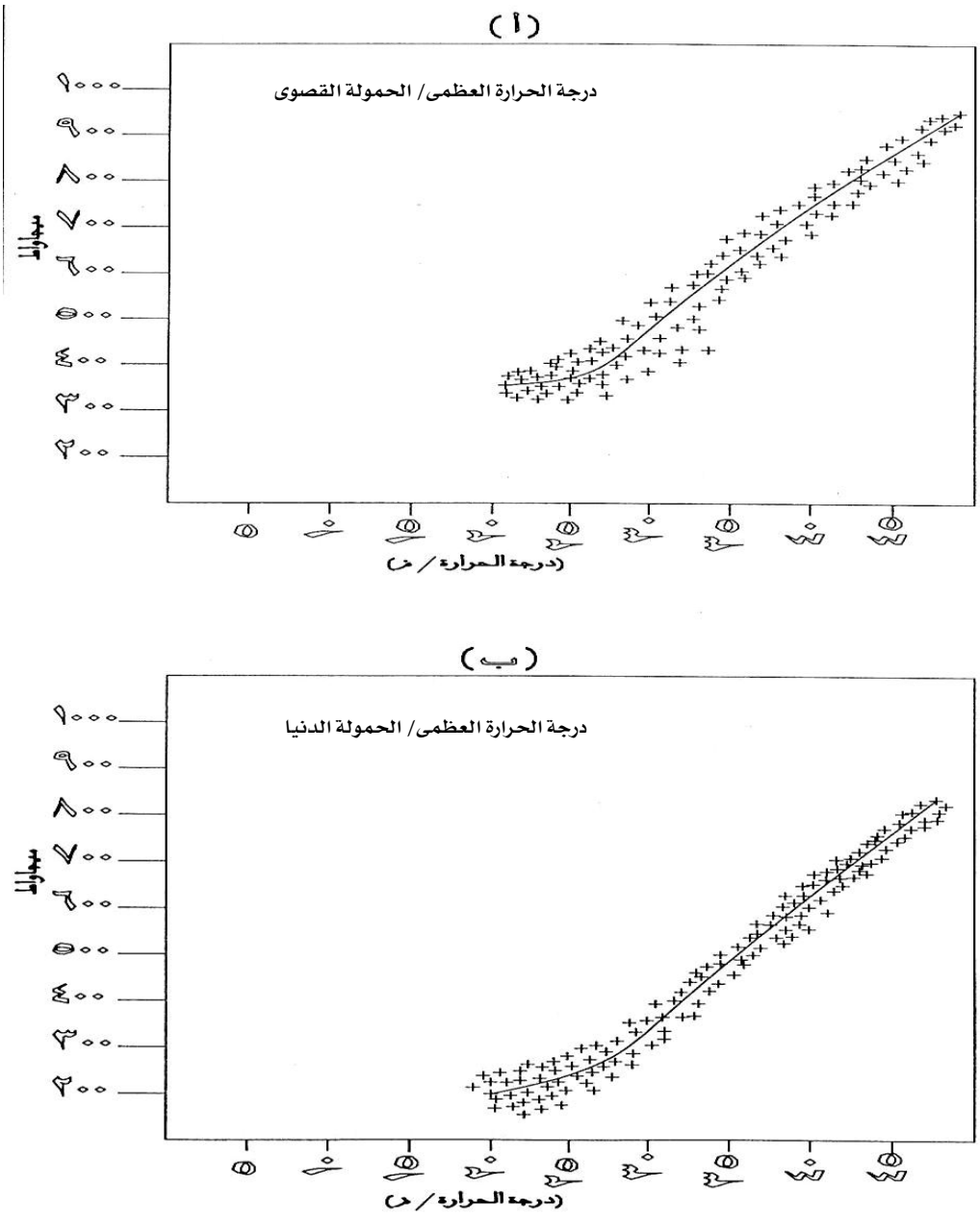
المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة



شكل (٨) منحنى الحمولة القصوى والحمولة الدنيا لشبكة الكهرباء (ميجا واط) ومنحنى درجة الحرارة العظمى والصغرى بالمدينة المنورة خلال الفترة (١٩٩٩ -٢٠٠٣)/ /مرة

الحمولة القصوى ـ الحمولة الدنيا ـ درجة الحرارة العظمى ـ درجة الحرارة الدنيا

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة



شكل (٩) العلاقة بين درجة الحرارة العظمى والحمولة القصوى (أ) وبين درجة الحرارة العظمى والحمولة الدنيا (ب) لعام (٢٠٠٣) .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

التنبؤ بحمـــولة الشبكةالكهربائية بالمديـــنة المنورة:

تعـددت النمـاذج الرياضـية والإحصـائية الـتي تهـدف إلى تقـدير حجم الطلب على الطاقة الكهربائية ، وقد سبق الإشارة إلى تلك الدراسات في باب الدراسات السابقة. حيث استخدمت هذه الدراسـات الـنمط السـابق للاسـتهلاك ، والتزايـد السـكاني ودرجات الحرارة وغير ذلك.

وقد حاولت هذه الدراسة الوصول إلى معادلة خط انحدار يمكن من خلالها التنبؤ بحمولة شبكة الكهرباء في المدينة المنورة ، باستخدام درجة الحرارة العظمى ودرجة الحرارة الدنيا والرطوبة النسبية العظمى والرطوبة النسبية الدنيا ، وقبل البدء بتطبيق هذا النموذج الإحصائي تم اختبار نمط توزيع الحالات الدراسية ، لاكتشاف نوع العلاقة بين درجة الحرارة وحمولة شبكة الكهرباء ، وقد تبين من خلال الشكل (٩) أن العلاقة بين درجة الحرارة وحمولة الشبكة علاقة خطية نوعاً ما ، بينما لم تكن العلاقة هكذا بين الرطوبة النسبية وحمولة الشبكة. وبذلك أمكن تطبيق معادلة الانحدار المتعدد Multiple Regression باستخدام درجات الحرارة دون تحفظ ، وقد استطاعت كلاً من درجة الحرارة العظمى ودرجة الحرارة الصغرى تفسير نحو ٨٣٪ من التباين في حمولة الشبكة القصوى ، وبدلالة إحصائية ٩٩٪ وبناء على تطبيق نموذج الانحدار المتعدد فقد أمكن الوصول إلى الصيغة النهائية للمعادلة على النحول التالي:

حمولة الشبكة الكهربائية القصوى / ميجا واط = ٥٨.٦٦+٩.٣١ درجة الحرارة العظمى ١٢.٣٥ – ٠.٢١ درجة الحرارة الصغرى – ٠.٤٩ الرطوبة النسبية الدنيا

وعند استبعاد الرطوبة النسبية العظمى والرطوبة النسبية الدنيا لم يتأثر معامل التفسير إلا بنسبة ضئيلة جداً لم يتجاوز ٠.٠٠٢٪ ، ولذلك يمكن اعتماد درجة الحرارة العظمى ودرجة الحرارة الصغرى لتقدير الحمولة القصوى لشبكة الكهرباء في المدينة المنورة على النحو التالي:

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

حمولة الشبكة الكهربائية القصوى/ميجا واط = ١١.٢٧ + ١١.١٢+١.٧.٨٩
درجة الحرارة العظمى + درجة الحرارة الدنيا

وقد تحسن مقدار التباين المفسر في حمولة الشبكة عندما استخدمت الحمولة الدنيا للشبكة متغيراً تابعاً ، ودرجة الحرارة ودرجة الحرارة الصغرى والرطوبة النسبية الدنيا ، والرطوبة النسبية العظمى متغيرات مستقلة. فقد وصل التباين المفسر نحو ٨٧٪ وبدلالة إحصائية قدرها ٩٩٪ ، بموجب معادلة الانحدار المتعدد التالية:

الحمولة الدنيا للشبكة/ ميجا واط.= ١٧٧.٢٨+٧.٣٤ (درجة الحرارة العظمى) + ١٤.٤٠ (درجة الحرارة الصغرى) – ٠.٢(الرطوبة النسبية العظمى) – ٠.٤٣ (الرطوبة النسبية الدنيا)

وعند حذف الرطوبة النسبية العظمى والرطوبة النسبية الدنيا فإن معامل التفسير لتباين الحمولة الدنيا لم يتأثر كثيراً واعتبر معامل التفسير نحو ٠.٠٠٢ ، ولذلك يمكن اعتماد معادلة الانحدار المتعدد التالية للتنبؤ بالحمولة الدنيا للشبكة الكهربائية:

الحمولة الدنيا للشبكة/ ميجا واط = ٢٢٢.٤٥ + ٨.١١ = (درجة الحرارة العظمى) + ١٣.١٤ (درجة الحرارة الدنيا) .

وفي محاولة لمعرفة أثر درجة الحرارة والرطوبة النسبية المرافقة لساعة حدوث الحد الأعلى والحد الأقصى لحمولة الشبكة في المدينة المنورة؛ استخدم مرة أخرى نموذج الانحدار المتعدد للكشف عن العلاقة بينهما ، فقد تبين أن هذين المتغيرين قد استطاعا تفسير نحو ٢١٪ فقط (وبدلالة إحصائية قدرها ٩٩٪) من التباين في بيانات كل من الحمولة القصوى والحمولة الدنيا للشبكة وفق المعادلتين التاليتين:

الحمولة القصوى للشبكة/ميجا واط = ٦٠٢.٠٤+٠.٣٤ (درجة الحرارة) - ٤.٨٧(الرطوبة النسبية)

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

الحمولة الدنيا للشبكة/ميجا واط= ٤٥٨.٧٩+٠.٣٢ (درجة الحرارة) - ٤.٧٥ (الرطوبة النسبية)

وبناء عليه ، فإن درجة الحرارة العظمى ودرجة الحرارة الصغرى المتوقعة في يوم ما ، يمكن استخدامها بصورة ناجحة في تقدير حمولة الشبكة للمدينة المنورة سواء كانت الحمولة القصوى أم الحمولة الدنيا ، ويمكن إهمال الرطوبة النسبية في تقدير تلك الحمولة والاكتفاء بدرجة الحرارة ، ونظراً لكون نسبة استهلاك الكهرباء لا بأس بها تكون في ساعات الليل عندما تكون درجة الحرارة منخفضة نسبياً مقارنة مع درجة حرارة ساعات النهار؛ فقد انخفض تأثير درجة الحرارة المرافقة لساعة حدوث الحد الأقصى والحد الأدنى لحمولة الشبكة ، إذا ما استثنينا الرطوبة النسبية كما هو في المعادلتين الأخيرتين. .

أهم النتائج والتوصيات

تتلخص نتائج هذه الدراسة بما يلي:

١ - لقد ثبت أن للسلوك الفردي اليومي دوراً في استهلاك الكهرباء ومن ثَمَّ في حمولة الشبكة الكهربائية.

٢ - إن لمواعيد الصلاة أثراً على حمولة الشبكة الكهربائية.

٣ - إن للعطل المدرسية والعطل الرسمية أثراً واضحاً على حمولة الشبكة الكهربائية.

٤ - يوجد توافق شبه تام ما بين منحنى الحمولة القصوى والدنيا وبين درجة الحرارة العظمى ودرجة الحرارة الصغرى.

٥ - تراوح معدل الارتباط بين درجات الحرارة (المعدل ، ودرجة الحرارة العظمى ، ودرجة الحرارة الصغرى) وكلاً من الحمولة القصوى والحمولة الدنيا حول (٠.٩٠).

٦ - يوجد ارتباط ضعيف بين درجة الحرارة المرافقة لساعات الحد الأعلى والحد الأدنى لحمولة الشبكة ، فقد وصل معامل الارتباط إلى ٠.١٤.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

٧ - يمكن تقسيم السنة على عدة فصول مناخية بناء على النسق العام لحمولة الشبكة الكهربائية.

٨ - تبين أن نحو ٦٠٪ من أيام السنة تحتاج إلى تشغيل المكيفات. وأن نحو ٢٠٪ من أيام السنة تقريباً لا تحتاج إلى تشغيل المكيفات أو التدفئة ، وهو ما أطلق عليه (فصل الراحة) أو نطاق الراحة ، وهناك ٢٠٪ من أيام السنة تحتاج إلى تدفئة.

٩ - ليس للرطوبة النسبية دور يذكر في حمولة الشبكة الكهربائية.

١٠ - أمكن لدرجة الحرارة العظمى ودرجة الحرارة الصغرى تفسير نحو ٨٣٪ من التباين في الحمولة القصوى لشبكة الكهرباء ، كما استطاع هذان المتغيران تفسير نحو ٨٦٪ من التباين في الحمولة الدنيا للشبكة.

١١ - إن العلاقة بين حمولة الشبكة ودرجة الحرارة يمكن اعتبارها خطية إلى حد ما ، وهي أشبه بعصاة لعبة الجولف.

أما أهم التوصيات فيمكن إجمالها فيما يلي:

١ - العمل بالتوقيت الصيفي ، للاستفادة بصورة أكبر من ضوء النهار ، وتقديم ساعة انتهاء الدوام الرسمي ساعة كاملة عن ذروة درجة الحرارة ، وذروة حمولة شبكة الكهرباء.

٢ - تحديد ساعة معينة لإنهاء الاحتفالات بالأعراس والمناسبات ولتكن الساعة الواحدة أو الثانية صباحاً.

٣ - الاستمرار في سياسة العزل الحراري للمساكن والمنشآت السكنية المختلفة.

٤ - اعتماد صيغة المعادلة التي توصلت إليها هذه الدراسات في تقدير حمولة شبكة الكهرباء ، وإعادة تطبيقها سنوياً لتعديل ثوابتها.

شكر وتقدير :

يتقدم الباحث بجزيل الشكر إلى العاملين بشركة الكهرباء في جدة ، والمدينة المنورة وبخاصة القائمين على محطة التحويل في المدينة المنورة ، لما بذلوه من جهد خير أثناء إعداد هذا البحث .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

قائمة المراجع

المراجع باللغة العربية

- بكر ، طلال عبد الكريم ، ١٩٨٩م ، "دور الطاقة الكهربائية في توسعة القاعدة الصناعية في المملكة" ، المهندس ، المجلد الثالث ، العدد الرابع ، ص ص٧١ -٧٥.
- الزهيري ، عصام ، ٢٠٠٣م ،"معالي الدكتور غازي القصيبي وزيراً للمياه والكهرباء" ، الكهرباء ، الشركة السعودية للكهرباء ، ص٥.
- سلطان ، تركي إبراهيم ، ١٩٨٠م ، "التنبؤ بالاستهلاك من الطاقة الكهربائية في المملكة" ، عالم الصناعة ، العدد ١٢ ، ص ص٧ -١٢.
- شرف الدين ، سيد حسن ،"توليد الطاقة الكهربائية من التيارات البحرية" ، الخفجي ، العدد ، ص ص١٤ -١١٤.
- الشركة السعودية للكهرباء ، ٢٠٠٢م ، "التقرير السنوي" الرياض.
- الطرزي ، عبد الله حمادة ، ٢٠٠١م ، "الطاقة الكهربائية في سلطنة عمان - دراسة في الجغرافيا الكمية" ، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية ، العدد ١٠٠ ، ص ص٥٥ -٨٧.
- عجوة ، أحمد محمد ، ٢٠٠٤م ، "الطاقة الكهربائية في القصيم" ، الندوة الثامنة لأقسام الجغرافيا بجامعات المملكة ، ١١ -١٣ محرم/١٤٢٥ (٢ -٤/ آذار/ ٢٠٠٤) جامعة أم القرى ، مكة المكرمة.
- عزيز ، محمد الخزامي ، ١٩٩٥م ، "استخدام تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية في مجال ترشيد خدمات الطاقة الكهربائية في مدينة الدوحة" ، دراسات الخليج والجزيرة العربية ، العدد ٧٩ ، ص ص١٠٥ -١٣٤.
- الكليبي ، فهد بن محمد ، ٢٠٠٣م ، "توقع متوسط درجة الحرارة الشهرية لمدينة الرياض باستخدام التحليل التوافقي" ، مجلة جامعة الملك سعود ، مجلد ١٥ (الآداب) ، عدد ٢ ، ص ص٤٧٩ -٤٩٥.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

- وزارة الصناعة والكهرباء ، ١٩٩٨م ، "تطور الكهرباء خلال مائة عام" ، الرياض.
- وزارة الصناعة والكهرباء ، ٢٠٠٢م ، "الصناعة والكهرباء - قفزات جبارة وإنجازات باهرة" الرياض.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

المراجع باللغة الإنجليزية

- Casey, K. S., et al., 2001, "Global and Regional Sea Surface Temperature Trends", Journal of Climate, Vol., 14, pp. 3801-3817.
- Christensen, E. F. et al., 1991, "Length of the Solar Cycle: …", Science, Vol., 254, pp. 698-700.
- Comte, D. M. et al., 1981 "Modling the Impact of Summer Temperatures on National Electricity Consumption", Journal of Applied Meteorology, Vol., 20, pp. 1415-1419.
- Crowley, T. J., 2000, "Causes of Climate Change over the Past 100 Years", Science, Vol., 289, pp. 270-276.
- Easterling, D. R., et al., 1997, "Maximum and Minimum Temperature Trends for the Global", Science, Vol., 277pp. 364-366.
- Gaffen, D. J., et al., 1999, "Climatology and Trends of U. S. Surface Humidity and Temperature", Journal of climate, Vol., 12, pp. 811-828.
- Haigh, J. D., 2001, "Climate Variability and the Influence of the Sun", Science, Vol., 294, pp. 2109-2111.
- Hasnain, S. M., et al., 1997, "Energy Storage for Electric Load Management" , Energy Research Institute , KACST, PP. 114-128.
- Hodell, D. A., et al, 2001, "Solar Forcing of Drought Frequency in the Maya Lowlands", Science Vol., 292, pp. 1367-1369.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

- Huang, B., et al., 2001, "Temperature Trend of the Last 40y, in the Uper Pacific Ocean, American Meteorology Society, Vol. 14, PP. 3738 – 3750.

- Jacobs, G. A., et al., 1994 "Decade-Scale Trans - Pacific Propagatio and Warming Effects of an El Nino anomaly", Nature, Vol., 370, pp. 360-363.

- Mitchell, J. F., et al., 1995, "Climate Response to Increasing Level of Greenhouse gases and sulfate aerosols", Nature, Vol., 376, pp. 501-504.

-Quayle, R. G., 1980, "Heeting Degree Day Data Applied of Residential Heating Energy Consumption", Journal of Applied Meteorology, Vol. 19, PP. 241 – 246.

- Sailor, W. C., et al., 2000, "A Nuclear Solution of Climate Change", Science, Vol., 288, pp. 1177-1178.

- Shrestha, A.B., et al., 1999, "Maximum Temperature Trends in the Himalaya and its Vicinity…. ", Joruanl of Climate, Vol. 12, PP. 2775 – 2786.

- Shuaib, A. N., et al., 1987, "Dynamic Data System Medeling of Electrical Power Demand", Electrical Power & Energy System, Vol., 9, pp. 250-253.

- Walther, G. R., et al., 2002, "Ecological Response to Recent Climate Change", Nature, Vol., 416, pp. 389-395.

- Wang, J. X. L., et al., 2001, "Late - Twentieth - Century Climatology and trends of Surface Humidity and

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

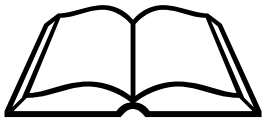
Temperature in China", Journal of Climate, Vol., 14, pp. 2833-2845.

- Warren, H. E., et al. ,1981, "Impact of Climate on Energy Sector in Economic Analysis", Journal of Applied Meteorology, Vol., 20, pp. 1431-1439.

- Weaver, A. J., et al., 1994, "Rapid Interglacial Climate Fluctuations Driven by North Atlantic Ocean Circulation", Nature, Vol., 367, pp. 447-450.

- Wigley, T. M. L., 1992, "Implications for Climate and Sea Level of Revised IPCC Emissions Scenarios", Nature, Vol., 357, pp. 293-300.

- Zwiers, F. W., et al., 2002, "The 20 Year Forecast", Nature, Vol., 416, pp. 690-691.



المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة