بحوث جغرافيـة

سلسلة محكمة دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

٨٠

"درجة حرارة أيام" للتدفئة والتبريد عند عتبات حرارة متباينة في المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية وعلاقتها باستهلاك الطاقة

(دراسة في المناخ التطبيقي)

د. بدرية محمد عمر حبيب

جامعة الملك سعود - الرياض -المملكة العربية السعودية

١٤٢٧هـ - ٢٠٠٦م

بسم الله الرحمن الرحيم

بحوث جغرافية

سلسلة محكمة دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

٨٠

"درجة حرارة أيام" للتدفئة والتبريد عند عتبات حرارية متباينة في المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية وعلاقتها باستهلاك الطاقة

(دراسة في المناخ التطبيقي)

د. بدرية محمد عمر حبيب

جامعة الملك سعود الرياض المملكة العربية السعودية

١٤٢٧هـ ٢٠٠٦م

ISSN 1018-1423
Key title =Buhut Gugrafiyya

مجلس إدارة الجمعية الجغرافية السعودية

أ.د. محمد شوقي بن إبراهيم مكي	رئيس مجلس الإدارة.
د. محمد بن صالح الربدي	نائب رئيس مجلس الإدارة.
د. عبد الله بن حمد الصليع	أمين السر.
د. محمد بن عبد الله الفاضل	أمين المال.
د. محمد بن عبد الحميد مشخص	رئيس وحدة البحوث والدراسات
د. عنيرة بنت خميس بلال	محررة النشرة الجغرافية
أ.د. علي بن محمد شيبان العريشي	عضو مجلس الإدارة.
د. معراج بن نواب مرزا	عضو مجلس الإدارة.
أ. محمد بن أحمد الراشد	عضو مجلس الإدارة.

(ح) الجمعية الجغرافية السعودية، ١٤٣٧هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
حبيب، بدرية محمد عمر
درجة حرارة أيام للتدفئة والتبريد عند عتبات حرارية متباينة./ بدرية محمد عمر حبيب- الرياض، ١٤٢٧هـ

٦٧ص؛ ١٧×٢٤سم-(سلسلة بحوث جغرافية؛ ٨٠)

ردمك: ٠-٥-٩٧٢٥-٩٩٦٠

١- درجة الحرارة ٢- المناخ أ. العنوان ب. السلسلة

ديوي ٥٢٣,٠١٣ ١٤٢٧/٤٨٥٩

رقم الإيداع: ١٤٢٧/٤٨٥٩

ردمك: ٠-٥-٩٧٢٥-٩٩٦٠

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- تقدم جميع الأصول مطبوعة على نظام MS WORD بيئات النوافذ (Windows) على ورق بحجم A٤، مع مراعاة أن يكون النسخ على وجه واحد، ويترك فراغ ونصف بين كل سطر وآخر بخط Traditional Arabic للمتن وبالخط Monotype Koufi للعناوين ، وبنط ١٦ أبيض للمتن وبنط ١٢ أبيض للهوامش (بنط أسود للآيات القرآنية والأحاديث الشريفة). ويكون الحد الأعلى للبحث [٧٥] صفحة، والحد الأدنى [١٥] صفحة.

٥- يرسل أصل البحث مع صورتين وملخص في حدود (٢٥٠) كلمة بالغتين العربية والإنجليزية.

٦- يراعى أن تقدم الأشكال مرسومة بالحبر الصيني على ورق (كلك) مقاس ١٣×١٨سم وترفق أصول الأشكال بالبحث، أو أن تقدم في هيئة رقمية تقرأ بالحاسب الآلي، 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 تسلم 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- الكتـــــب: 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- الدوريـــــات: 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 (فيin) 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 بالباحث: د. بدرية محمد عمر حبيب، أستاذ مساعد، قسم الجغرافيا، كلية الآداب للبنات بالدمام.

الملخص

تعتبر" درجة حرارة أيام" أحد المقاييس المهمة في الوقت الحاضر لدراسة التغيرات الحرارية وما يتبعها من تغيرات في أنماط الطلب على الطاقة في مدن العالم المختلفة، وازدادت أهمية تطبيق نماذجها بتغير أسعار الطاقة التي واكبت التغيرات المناخية التي يشهدها العالم حالياً وتفاقم تأثير الجزر الحرارية في المدن التي قلصت درجات الحرارة الصغرى في المدن المدارية فأصبح الطلب على الطاقة يقل في الشتاء ويتضاعف بشدة خلال الصيف، وفي دولة مدارية كالمملكة العربية السعودية ينمو فيها أعداد السكان بمتوالية هندسية يصبح لتضاعف الطلب على الطاقة شأناً مهماً يضاعف من حجم المستهلك و يوجب دراسة العلاقة بين تغيرات الطلب علي الطاقة والتغيرات الحرارية، وتعتبر المنطقة الشرقية أحد المراكز العمرانية والصناعية والسكانية الكبرى في المملكة ومن أكثر المناطق طلباً للطاقة بغرض التدفئة والتبريد. لذا تم اختيارها لتطبيق أنموذج ثوم لـ"درجة حرارة أيام "(Degree days) عند عتبات حرارية متباينة للشتاء علي معطيات محطاتها للفترة المحصورة بين عامي (١٩٧٠- ٢٠٠٣م) وعُدّل الأنموذج ليحسب "درجة حرارة أيام "للصيف.

كما قامت الدراسة بإيجاد العلاقة بين "درجة حرارة أيام "واستهلاك الطاقة الكهربائية في المنطقة وخرجت الدراسة بالعديد من النتائج أهمها: -

- إن العتبة الحرارية الأنسب لحساب "درجة حرارة أيام " هي (٧٠ °ف)، (٢١,١°م)، في الشتاء بينما تمثل درجة الحرارة (٧٥ °ف) (٢٣,٨°م)، العتبة الحرارية الأنسب لفصل الصيف .

- لدراسة "درجة حرارة أيام "أهمية في قراءة تغيرات درجات الحرارة وتقلباتها إضافة إلى إمكانية استخدام نتائجها في بناء عدد من النماذج التنبؤية لسير بعض الظواهر المرتبطة بها كمقادير استهلاك الطاقة ومبيعاتها ومبيعات الغاز الطبيعي وخام البترول.

- تفيد دراسة "درجة حرارة أيام " لسنوات طويلة قراءة التغيرات والتقلبات الحرارية في المنطقة أو الإقليم .

- تفيد دراسة "درجة حرارة أيام "في التنبوء بحجم الطاقة التي ستستهلك في المستقبل وبأسعار مبيعاتها كما تفيد في تحديد القطاعات التي تحتاج إلى ترشيد في استخدام الطاقة.

المقدمة

تعتبر درجة حرارة أيام(درجة الحرارة المتجمعة)، أحد المعايير المستخدمة لتقدير الحاجة للتدفئة أو التبريد للشعور بالراحة في المدن شتاء صيفاً وإحدى وسائل التنبوء بمستقبل استهلاك الطاقة وتحديد أسعار مبيعات الغاز الطبيعي والزيت كما تستخدم قيمها كإحدى وسائل التنبوء بحجم التغيرات المناخية ورصدها انطلاقاً من اقترح لاندز سبيرج (blandsberg 1976) للائحته التي تساعد في تقويم وحساب التغيرات المناخية العامة وهي : -

الدورة المناخية : : >١٠٦ سنة

التغيرات المناخية : ١٠٤- ١٠٦سنة

التذبذبات المناخية : ١٠١- ١٠٣ سنة

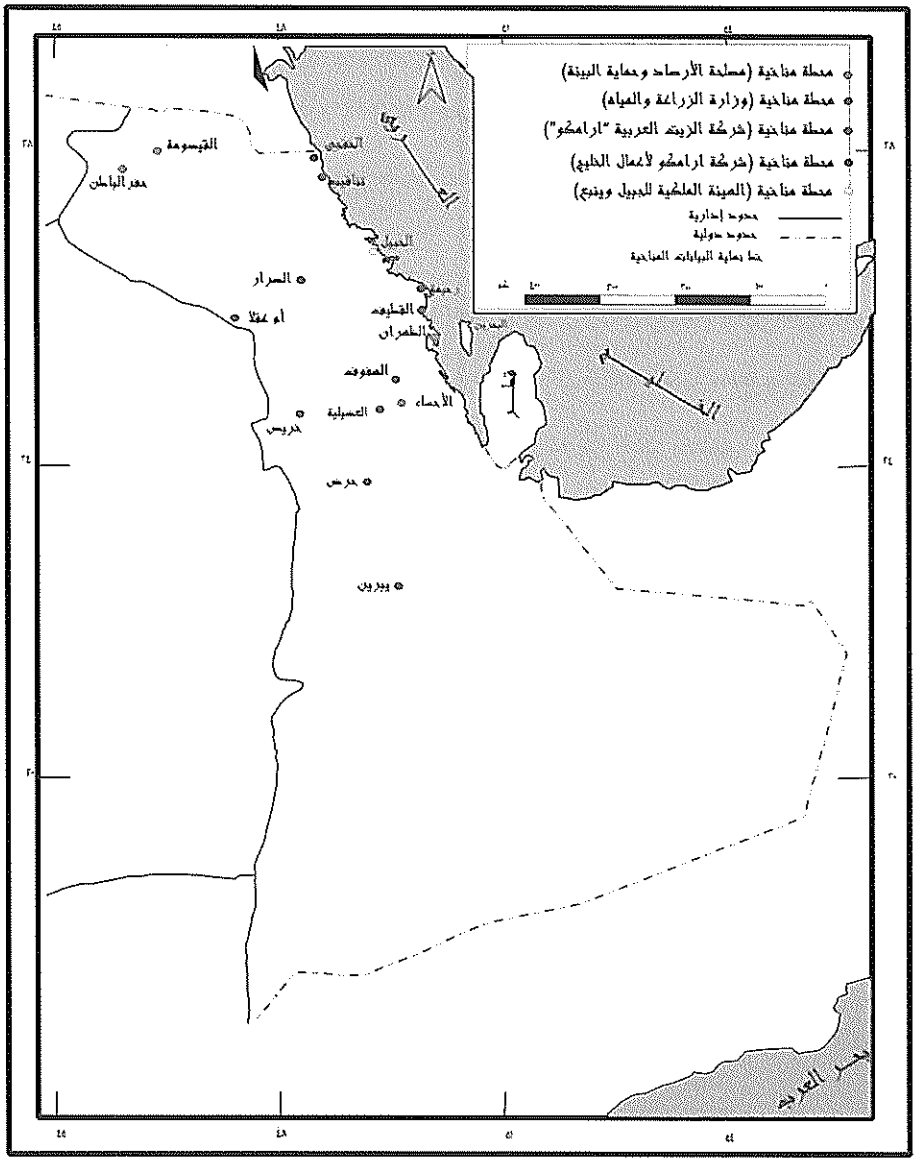
التردد المناخي : ١٠سنة

وأضاف روبرت وهنري (Robert and Henry1980, p.241)، بأنه يمكن أن تقرأ التقلبات المناخية من : ١٠١- ١٠٢ سنةوذلك عن طريق دراسة التغير في الطلب على الطاقة و مقادير الحاجة إليها كما يمكن التنبوء بمقادير الطلب عن طريق دراسة التجمعات الحرارية لعدد من السنوات .

وتهتم دوائر الأرصاد في الدول المتقدمة بإصدار نشرات يومية وشهرية وسنوية لدرجات الحرارة المتجمعة (Accumulated Temperature) أو درجة حرارة أيام(Degree days) وتحرص على بثها في قنوات الاتصال المختلفة منها مركز الرصد نوا (NOAA) وغيرها من محطات الرصد العالمية.

وفي هذه الدراسة تبنت الباحثة أنموذج ثوم (Thom 1954) لتقدير ("درجة حرارة أيام")، عند عتبات حرارية متباينة وطبقته على معطيات محطات المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية التي تمتاز بحاجتها الماسة للتدفئة خلال شهور الشتاء قارصة البرد كما تحتاج للتبريد خلال الصيف الطويل المرهق حرارياً (شكل رقم ١)، وذلك تمهيدا لاستخدام نتائج التطبيق في دراسة أخرى تهتم باستخدام نماذج للتنبوء بأسعار مبيعات الطاقة الكهربائية والغاز الطبيعي في منطقة الدراسة.

شكل رقم (١) محطات رصد الظواهر المناخية المستخدمة بياناتها في منطقة الدراسة



موضوع الدراسة وأهميته :-

معروف أن استخدام النماذج و الأساليب الإحصائية له أهمية كبيرة في معظم التخصصات الجغرافية بما فيها الجغرافيا المناخية خاصة بعد نهجها للتطبيق داخل النظم البيئية ، وأصبح دورها لا يقتصر على دراسة العلاقات المكانية فقط بل أصبح من أهم أدوارها رسم صورة مستقبلية للظاهرة ونظامها بواقع تنبؤ يكون مقبولاً كلما كانت الدراسة مستفيضة للظاهرة وسلوكها٠ودراسة النماذج وتطبيقها في الدول النامية بغرض التنبوء لا يزال يتعثر لقلة معطيات البيانات ونقصها وكثرة المفقود منها وتحفُظ بعض الإدارات عن نشر بعضها وتداولها. ومع التغيرات المناخية وارتفاع درجات الحرارة التي تشهدها المدن العالمية وما تبعها من زيادة الطلب على الطاقة لأغراض التدفئة في العروض الشمالية لضراوة موجات البرد ، وأغراض التبريد في العروض المدارية ودون المدارية التي تجتاحها موجات الحر الشديدة يصبح هناك أهمية تطبيقية لنماذج "درجة حرارة أيام "للتدفئة والتبريد والتي يمكن أن تكون مؤشراً للتذبذبات والتغيرات المناخية كما تعتبر مؤشراً جيداً لمعرفة حجم الملوثات التي ترتبط باستخدام نظم التدفئة والتبريد وما ينطلق منها من غازات مثل غاز الكلوروفلوروكربون الملوث للهواء علماً بأن هناك جزيئات أخرى تدخل في تركيب غازات التبريد قدرتها على التسخين العام ١١٧٠٠مرة أكبر من جزيئة الكربون الذي يفاقم من أثر الجزر الحرارية في المدن. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ٢٠٠٦م.

وبالرغم من ظهور العديد من الأبحاث في الدول المتقدمة التي اعتنت بهذا النوع من الدراسة وعلاقتها بعدد من مناشط الإنسان واستخداماته اليومية

كمبيعات الغاز الطبيعي وكميات زيت الوقود واستهلاكه في قيادة السيارات. وما يتبعه من رصد للتذبذبات المناخية وتغير اتجاه السكان في الطلب على الطاقة التدفئة والتبريد عند المناخيين. إلا أن الدراسات العربية التي تناولت" درجة حرارة أيام" لهذا الغرض لازالت ضحلة ومحدودة.

ما سبق شجع الباحثة لتطبيق أحد النماذج الرياضية المعروفة في علم المناخ التطبيقي (أنموذج ثوم) مع إدخال تعديل طفيف على معادلته وذلك لإيجاد "درجة حرارة أيام" وعلاقتها بكمية الطاقة المطلوبة لأغراض التدفئة والتبريد في المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية، باعتبارها إحدى المناطق التي تشتد فيها الحاجة للتدفئة شتاءً، كما يشتد الطلب بها على التبريد صيفاً. وتمثل أنموذجاً جيداً للمناطق التي تحتاج لترشيد استهلاك الطاقة في محاولة لتزويد المكتبة السعودية بهذا النوع من الأبحاث وتشجيعاً لطلبة البحث العلمي إلى دراسة هذا العنصر المهم من عناصر المناخ.

أهداف الدراسة وأسئلتها:-

تهدف الدراسة إلى تطبيق أنموذج ثوم لإيجاد "درجة حرارة أيام" عند عتبات حرارية متباينة لتحديد العتبة الحرارية الأنسب في المنطقة للتجمعات الحرارية ومعرفة العلاقة بين هذه التجمعات ومقادير الطاقة المستهلكة بغرض التدفئة والتبريد، تمهيداً لاستخدام نتائج التطبيق في نماذج أخرى تُطبق للتنبوء بأسعار مبيعات الطاقة الكهربائية والغاز الطبيعي في منطقة الدراسة. عليه فإن الدراسة تحاول الإجابة عن الأسئلة الآتية:

١. كيف تتوزع قيم درجات الحرارة المتجمعة "درجة حرارة أيام " في مدن المنطقة الشرقية؟

٢. ما هي العتبة الحرارية الأنسب في حساب "درجة حرارة أيام "في منطقة الدراسة؟

٣. ما هي مقادير الطاقة المستهلكة بغرض التدفئة والتبريد في المنطقة الشرقية؟

٤. كيف يمكن ترشيد استهلاك الطاقة في المنطقة؟

الدراسات السابقة :-

هناك العديد من الدراسات التي تناولت درجات الحرارة المتجمعة، كعامل مؤثر في نمو النباتات والمحاصيل الزراعية. مستفيدة من الدراسات في بريطانيا وغيرها التي كانت تعتبر درجة حرارة ٤٢°ف (٥,٥مْ)، درجة فارقة حيث تعتبر أي درجة أعلى منها مساعدة على نمو النباتات بينما الأدنى منها تعمل على عكس ذلك، وفي المملكة العربية السعودية نحت بعض الدراسات هذا المنحى ومن أهمها :-

- رسالة الماجستير(ناهد عامر ١٤١٧هـ)، بعنوان الحرارة المتجمعة وأثرها في نمو محصولي القمح والذرة الرفيعة في جنوب غرب المملكة العربية السعودية وركزت الرسالة على درجة الحرارة المتجمعة كعامل مؤثر في نمو المحاصيل الزراعية وتوزيعها الجغرافي، كما تطرقت بعض الرسائل لها تحت نفس المفهوم (الزراعي)، ولم تتطرق دراسة متخصصة على حد علم الباحثة لمفهوم درجة الحرارة المتجمعة ("درجة حرارة أيام") كعامل مؤثر في كمية الطاقة المستهلكة

بغرض التدفئة والتبريد في منطقة الدراسة ، لذا حاولت الباحثة في هذه الدراسة التعرض لمفهوم درجات الحرارة المتجمعة (Degree Day)، كعامل مؤثر في زيادة أو الحد من استهلاك الطاقة خلال الشتاء و الصيف وهو اتجاه حديث نسبيا في دراسات أجنبية عديدة ومتنوعة (انظر ثبت المراجع لهذه الدراسة)، ومن أهم ما اعتمدت عليه الدراسة مقالتي ثوم الأولى والمطورة اللتين طبق فيهما أنموذجه الذي استخدمته الدراسة وهما : -

- العلاقة المنطقية بين "درجة حرارة أيام "للتدفئة ودرجات الحرارة (THOM; 1954)

- "درجة حرارة أيام "الطبيعية عند أي عتبة (THOM; 1954)

كما استندت الدراسة على مقالة : -

- تطبيق بيانات "درجة حرارة أيام "على الطلب المنزلي للطاقة لغرض التدفئة. (Robert, and Henry, 1980).

مصادر المعلومات :-

تم جمع البيانات من المصادر الآتية : -

١- الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، التقرير المناخي الشهري للفترة الممتدة بين (١٩٧٠- ٢٠٠٣م).

٢- وزارة الزراعة والمياه، إدارة تنمية موارد المياه، قسم الهيدرولوجيا ، النشرة الهيدرولوجية للفترة (١٩٧٠- ٢٠٠٣م).

٣- شركة سكيكو للكهرباء تقارير شهرية عن كميات الطاقة المستهلكة في محطات المنطقة الشرقية (٢٠٠٠- ٢٠٠٤م).

٤- الهيئة الملكية للجبيل وينبع (تقارير يومية من عام ١٩٩٥- ٢٠٠٥م).

محاور الدراسة :-

قُدمت الدراسة في ثلاثة أجزاء رئيسة إضافة إلى هذا الجزء التعريفي بموضوع الدراسة فالمحور الأول تناول التعريف بأنموذج ثوم المستخدم والتعديل الذي ادخل عليه ليناسب الدراسة وشرح خصائصه، ومن ثم تناول المحور الثاني تحليل نتائج تطبيق أنموذج ثوم والحاجة للتدفئة وتوزيعها الجغرافي، أما المحور الثالث فتناول تحليل نتائج تطبيق أنموذج ثوم للتبريد خلال الصيف وتوزعها الجغرافي، وانتقلت الدراسة في المحور الرابع لتتناول العلاقة بين "درجة حرارة أيام" واستهلاك الطاقة الكهربائية وجدوى التنبوء بمقادير الطاقة المستهلكة عن طريق حساب "درجة حرارة أيام" ثم تختم الدراسة بملخص عام للنتائج إضافة إلى التوصيات المستخلصة من الدراسة.

أولاً :-التعريف بأنموذج ثوم لتقدير" درجة حرارة أيام"

تحسب "درجة حرارة أيام" (Degree Day)، بأسلوب بسيط يعتمد عادة على متوسطات درجة الحرارة (T) و الفرق بين معدلات درجات الحرارة العظمى والصغرى خلال اليوم، الأسبوع، الشهر في إيجاد درجة الحرارة الفعالة effective temperature(TR) (العتبة الحرارية)، ومن ثم حساب درجة الحرارة المتجمعة أو (Degree Day)، وعادة ما تستخدم محطات الرصد العالمية درجة الحرارة (٦٥°ف) كدرجة حرارة فعالة تحسب منها "درجة حرارة أيام "للتدفئة والتبريد (HDD وCDD) بحيث إذا كانت درجة الحرارة أقل من ٦٥ °ف (١٨,٣مْ)، وتجمعت القيم السالبة أسفل العتبة الحرارية - تكون هناك حاجة

للتدفئة وعليه يترتب استهلاك كميات عالية من الطاقة بغرض التدفئة. أما إذا كانت درجة الحرارة أكبر من ٦٥°م وتجمعت القيم الموجبة فوق هذه العتبة - تكون هناك حاجة ملحة للطاقة ولكن من أجل التبريد ، ويلاحظ أن معظم الدراسات والأبحاث للباحثين الغربيين اهتمت بدراسة هذه النماذج لغرض التدفئة وذلك لتوالي تعرض بلدانهم لموجات البرد الصارمة ، لذلك فإن معظمها صيغ لحساب "درجة حرارة أيام" للتدفئة دون التبريد. ومن نماذج حساب "درجة حرارة أيام "البسيطة (Patricia. 1981, p. 975):-

$$HDD = \begin{cases} T_R - T, & T < T_R \\ 0 & T > T_R \end{cases}$$

حيث ..... HDD = "درجة حرارة أيام "

T_R = العتبة الحرارية

T = متوسط درجة الحرارة

وتستخدم مثل هذه المعادلات البسيطة في عدد من منظمات الطقس العالمية ويُرى أنها مناسبة لمعظم أهداف دراسات المناخ إلا أن نسبة الأخطاء كبيرة في البيانات المحسوبة بمثل هذه النماذج المصاغة بدون اعتبار وحدة قياس إضافية تقلل من نسب الخطأ وتصل درجات الإضافة الخاطئة بها ل"درجة حرارة أيام "بالسالب والموجب من (+٨ إلى - ٢م) (+١٤إلى ٤ف) ويقل مقدار الخطأ لأقل من ١٠٪ إذا كان الأنموذج يستخدم مقاييس إضافية تقلل من نسبة انحراف القيم مثل (الانحراف المعياري ومعامل الاختلاف) (Richard; 1984 p 20).

يعتبر نموذج ثوم أحد المعادلات التي اهتمت باستخدام معايير تقليل نسب الخطأ في حساب "درجة حرارة أيام "وهو أحد أهم أسباب اختياره للتطبيق بالرغم

من قدمه (١٩٥٤م)كما أنه أنسب النماذج القابلة للتعديل إضافة إلى إمكانية استخدامه عتبات حرارية مختلفة تتناسب مع مناطق عدة للدراسة الحالية .كما يمتاز بعدد من المزايا يمكن حصرها في الأتي: -

١. بساطة تركيب معادلته واستخدامها لمعامل الانحراف المعياري الذي يزيد من دقة نتائجه مقارنة بنماذج أخرى وهذا أحد أهم أسباب اختياره.

٢. دقة تركيب معادلة (h) لإيجاد الدالة الرياضية (J).

٣. وضعه لجدول يسهل استخراج الدالة (J) وشرح كيفية التعامل معها.

٤. تستخدم المعادلة لإيجاد "درجة حرارة أيام "لأكثر من عتبة حرارية.

٥. قابلية الأنموذج للتعديل بما يتناسب مع أهداف تطبيقه.

وقد طبق ثوم أنموذجه بعد تطويره على محطات الولايات المتحدة الأمريكية مستخدماً عتبات حرارية متباينة لحساب "درجة حرارة أيام "لشهور السنة تحسباً لاختلاف عتبة الراحة عند البشر. وجدير بالذكر أن ثوم بنى أنموذجه بتطبيقه للمنحنى التكراري للتوزيع الطبيعي على درجات الحرارة الشهرية للترمومتر الجاف في الولايات المتحدة الأمريكية لمتوسط درجة الحرارة (٦٥°ف) باعتبارها العتبة الحرارية الأكثر شيوعاً واستخداماً في الولايات المتحدة الأمريكية عند مهندسي الطاقة وتبريد الهواء المركزي، كعتبة يعتقد أن الحاجة إلى التدفئة تزيد إذا انخفضت عنها ذلك في مقالته الأولى (يناير ١٩٥٤م)، كما استخرج ثوم جدولاً خاصاً بثوابت ناتجة عن العلاقة بين المحور الرأسي والأفقي في المنحنى الطبيعي. ثم عاد ثوم وطور معادلته لحساب "درجة حرارة أيام "للتدفئة عند عتبات حرارية متباينة في نفس منطقة دراسته في مقالته المنشورة في شهر مايو من نفس العام.

ولخص (Thom 1954) أنموذجه الذي بناه لتقدير "درجة حرارة أيام "في مقالته المذكورة في صياغة رياضية ظهرت على النحو التالي :-

$$ND= N(b-t) +J\sqrt{N\,sm}$$

حيث

ND = متوسط "درجة حرارة أيام "

N = عدد أيام الشهر

b = العتبة الحرارية

t = متوسط درجة الحرارة

J = ثابت

sm = الانحراف المعياري

وتحسب (J) على أساس قيمة (h) التي تساوي المحور الرأسي في المنحنى الطبيعي و تصاغ (h) على النحو التالي :

$$h = (b-t)/\sqrt{N\,sm}$$

b= العتبة الحرارية

t= متوسط درجة الحرارة

N= عدد أيام الشهر تحت الجذر التربيعي

sm= الانحراف المعياري

وباستخراج قيمة (h) بتطبيق المعادلة السابقة تستخرج قيمة (J) بما يوازي قيمة (h) من الجدول الخاص (انظر الملحق رقم ١).

وبالرغم من المميزات العديدة لأنموذج (Thom) يكمن عيب المعادلة البسيط في أنها توجد "درجة حرارة أيام "اللازمة للتدفئة فقط دون التبريد مما استدعى الباحثة لتطوير أداء الأنموذج قليلاً ليحسب "درجة حرارة أيام" خلال الصيف، مستفيدة من الإطلاع على بناء عدد من النماذج لحساب درجة حرارة أيام في شبكات الرصد العالمية لظواهر الطقس على شبكة الإنترنت، وعلى عدد من الأبحاث الأجنبية التي تناولت درجة "حرارة أيام" بالدراسة (أنظر قائمة المراجع) وذلك بتغير أحد طرفي المعادلة لتصبح كالأتي : -

$$ND= N\,(t-b)+ J\sqrt{N\ \ sm)}$$

ND = متوسط "درجة حرارة أيام "

N = عدد أيام الشهر

t = متوسط درجة الحرارة

b = العتبة الحرارية

J = ثابت

sm = الانحراف المعياري

مع استخدام معادلة الدالة (h) لإيجاد الدالة (J) من الجدول الخاص (الملحق رقم ١) كما هي في أنموذج ثوم ، وربما لا يجد القارئ اختلافاً من الناحية الرياضية في التعديل الذي أجرته الباحثة إلا أن هذا التعديل ضروري كحيلة إحصائية للتخلص من القيم السالبة ويمكن توضيح أداء النموذج من المثالين الآتيين : -

(مثال ١) إذا كان متوسط درجة الحرارة في يناير في محطة الإحساء (٥٨,٤٨ف°) والانحراف المعياري (٢,٢٤) فإن "درجة حرارة أيام "تحسب عند العتبة الحرارية ٧٠ °ف لشهر يناير باستخدام أنموذج ثوم على النحو الأتي :

$$ND = N (b-t)+ J \sqrt{N\ sm})$$

بالتعويض ....

$$ND = 31 (70-58.48+ J \sqrt{N\ sm})$$

وحيث إن قيمة (j) توجد على أساس قيمة (h) بالمعادلة...

$$h= (b-t) / \sqrt{N}\ \ sm$$

بالتعويض

$$h= 70- 58.48\ \ / 5.48*2\ .24$$

$$h= 11.54/12.28=0.93$$

إذاً قيمة (J) = من الجدول =(صفر) لأنها < ٠,٧٨ (راجع الملحق رقم (١)..

وبالتعويض فإن درجة الحرارة المتجمعة لشهر يناير =

$$ND= 31(11.54+ (0)\ (12.28) = 357.74F$$

مثال (٢) إذا كانت درجة الحرارة في محطة الإحساء (٩٩,٦٨° ف) والانحراف المعياري (١,٥٩) فإن "درجة حرارة أيام "عند العتبة (٧٠°ف)لشهر يوليو باستخدام أنموذج ثوم المعدل كالأتي : -

$$ND = N (t-b)+ J\ \ \sqrt{N}\ \ sm)$$

بالتعويض....

$$ND = 30 (99.68-70+ J\ \ \sqrt{N}\ \ sm)$$

وحيث إن قيمة (J) توجد على أساس قيمة (h) بالمعادلة...

$$h= (t-b)/\sqrt{N \quad sm)}$$

بالتعويض h=99.68-70/5.48*1.59

h= 29.86/8.71=3.41

إذا قيمة (J) = من الجدول= (صفر) لأنها < ٠,٧٨ (راجع الملحق رقم (١)..

وبالتعويض فإن درجة الحرارة المتجمعة لشهر يناير =

ND= 31(29.68+ (0) (8.71) = 920.08F

طُبق الأنموذج السابق على بيانات محطات منطقة الدراسة حفر الباطن والصرار والجبيل والقيصومة والعضيلة والقطيف والظهران والإحساء الهفوف وتناقيب وحرض وخريص ورحيمة ومعقلا ويبرين (جدول رقم ٢ و شكل ١) باستخدام البرنامج الإحصائي (spss) للفترة ١٩٧٠ - ٢٠٠٣م . ولاستخدام الدالة (J) تم تحويل الدرجات المئوية إلى درجات فهر نهايتيه بغرض الاستفادة من الجدول الخاص في تحديد الدالة التي حسبها ثوم وأرفقها معادلته.

كما استخدمت الباحثة عتبات حرارية متباينة بغرض قياس كمية الطاقة المطلوب زيادتها للشعور بالراحة عند بلوغ متوسطات الحرارة في المدن هذه العتبات وهي٧٠ ْف= ٢١,١ ْم) (٦٥ ْف=١٨,٣ ْم) (٥٥ ْف=١٢ ْم)، كعتبات للشتاء.

أما عتبات الصيف فهي (٧٠ ْف = ٢١,١ ْم) و(٧٢ ْف = ٢٢,٢ ْم)، (٧٥ ْف= ٢٣,٨ ْم)، وتم اختيار هذه العتبات بناء على الجدول الذي استنبطته

الباحثة عن جدول تيرجنج لدرجات الحرارة المثلي في المملكة العربية السعودية حسب النوع والعمر في دراسة سابقة مع تعديل لبعض العتبات التي تناسب جنوب منطقة الدراسة وشمالها حسب معطيات معدلات درجات الحرارة الفعالة في المنطقة.

جدول رقم (١)درجات الحرارة المثلي لكل الأعمار(ذكر /أنثى) في المنطقة الشرقية من المملكة العربيةالسعودية

الفصل	شمال		وسط		جنوب		الجنس
	ف°	م°	ف°	م°	ف°	م°	
الشتاء	٦٥	١٨,٣	٧٠	٢١,١	٦٥	١٨,٣	رجل وامرأة
الصيف	٧٠	٢١,١	٧٢	٢٢,٢	٧٥	٢٣,٨	رجل وامرأة

جدول مستنبط من قبل الباحثة اعتمادا على :- حبيب (٢٠٠٥م) جدول (٢) ص(١٧)

جدول رقم (٢) بيانات المحطات المناخية المستخدمة في الدراسة

المحطة	رقم المحطة	دائرة العرض(ش)		خط الطول(ق)		الارتفاع
		دقيقة	درجة	دقيقة	درجة	
شركة ارامكو لأعمال الخليج						
الخفجي	٤٠٣٨٠	٢٥	٢٨	٣٠	٤٨	١٦,٧
وزارة الدفاع والطيران مصلحة الأرصاد وحماية البيئة						
القيصومة	٤٠٣٧٣	١٩	٢٨	٠٧	٤٦	٣٥٧,٦
حفر الباطن	٤٠٣٧٧	٥٤	٢٧	٣٢	٤٥	٤١٣
الظهران	٤٠٤١٦	١٥	٢٦	٠٩	٥٠	١٦,٧
الاحساء	٤٠٤٢٠	١٧	٢٥	٢٩	٤٩	١٧٨,١
شركة الزيت العربية (أرامكو السعودية)						
رحيمة	Ar004	٤٢	٢٦	٠٤	٥٠	٢,٠
تناقيب	AR004	٥٢	٢٧	٤٦	٤٨	١٠,١
العضيلية	AR023	٠٩	٢٥	٢٠	٤٩	٢٣١
الهيئة الملكية للجبيل وينبع						
الجبيل		٠٢	٢٧	٣٢	٤٩	٥,٨
وزارة الزراعة والمياه إدارة تنمية موارد المياه قسم الهيدرولوجيا						
النصار	EP003	٥٩	٢٦	٢٣	٤٨	٧٥
القطيف	EP002	٣٠	٢٦	٠٠	٥٠	٤,٧
أم عقلا	EH006	٢٢	٢٦	٢٢	٤٧	٤٥٠
الهفوف	EH003	٣٠	٢٥	٣٤	٤٩	١٦٠
خريص	EH005	٠٥	٢٥	٠٨	٤٨	٤٣٠
حرض	EH002	٠٤	٢٤	٠١	٤٩	٣٠٠
بيرين	EH001	١٩	٢٣	٥٧	٤٨	٢٠٠

مصدر البيانات :

- وزارة الدفاع والطيران الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة التقرير المناخي الشهري للسنوات المحصورة بين (٧٠- ٢٠٠٣م).
- وزارة الزراعة والمياه إدارة تنمية موارد المياه ، قسم الهيدرولوجيا ، النشرة الهيدرولوجية للأعوام المحصورة بين (٧٠- ٢٠٠٣م).
- شركة آرامك لأعمال الخليج ، قسم الأرصاد الجوي تقارير مناخية للسنوات المحصورة مابين عامي (٧٠- ٩٩٦ م)، الخفجي.
- الهيئة الملكية للجبيل وينبع (تقارير يومية من عام (١٩٩٥- ٢٠٠٥م).

ثانيا:- تحليل نتائج تطبيق أنموذج ثوم والحاجة للتدفئة

تظهر قيم تطبيق أنموذج ثوم في الشتاء كدرجات حرارة تتجمع تحت العتبات الحرارية المختارة، وتُظهر هذه الدرجات مدى تدني درجات الحرارة عن مستوى الراحة الحرارية بمعنى (b-t) لذلك فإن كل القيم عبارة عن تجمعات لفوارق الدرجات عن درجة حرارة الراحة المختارة أو العتبات الحرارية المقترحة. يلاحظ في الجدول رقم (٣) أن أكثر التجمعات المقبولة ل"درجة حرارة أيام "والتي تنسجم وظروف المنطقة الحرارية في حاجتها للتدفئة هي تلك التي تجمعت تحت العتبة الحرارية (٦٥ °ف و ٧٠ °ف)، وهي تتناسب مع حاجة السكان الذين تأقلموا مع الدفء وارتفاع درجة الحرارة في معظم شهور السنة، كما يتضح من الجدول أن درجات الحرارة المتجمعة أسفل العتبات الحرارية تزيد نوعاً كلما اتجهنا صوب الشمال والشمال الغربي حيث تسجل درجات حرارة مطلقة منخفضة أقل من الصفر المئوي كما حدث في محطة حفر الباطن أن سجلت صغرى مطلقة (- ٥ °م) (٢٣ °ف)، في يناير عام ١٩٩٢م ثم بلغت في العام الذي يليه (- ٢,٢ °م) (٢٨,٤°ف) خلال الشهر نفسه كما انخفضت في محطة الصرار إلى (- ٤,٨ °م) (٢٣,٣٦ °ف)، و(- ٦ °م)(٢١,٢ °ف)، في يناير خلال عامي ١٩٨٨م، و ١٩٨٩م، على التوالي. و يعلل ذلك بتوغل تأثير الكتل الهوائية القطبية الباردة وسيطرة الرياح الشمالية الغربية وترددها. (قربة، جهاد١٤٢٠ص ٣٨٤)، ويلاحظ أيضا أن التجمعات الحرارية تقل نوعاً بالاتجاه صوب الجنوب الذي تسيطر عليه خلال هذه الفترة من العام الرياح الشرقية وهي رياح يُعدل أثرها بفعل مرورها فوق الخليج العربي.

عموماً إن الحاجة للتدفئة كما تُقرأ من ا الجدول رقم (٣)، تبدأ من شهر نوفمبر الذي يعد شهراً انتقالياً للشتاء ويبدأ فيه تسرب الهواء البارد نحو الشمال والشمال الغربي والشرقي من منطقة الدراسة والتجمعات الحرارية خلال هذا الشهر بسيطة جداً وتساوي (صفر) عند العتبة (٥٥°ف)، وتبلغ التجمعات المتدنية تحت العتبة ٦٥ °ف (١٨°م)، في المحطات الشمالية (٤٧,٣٠°ف) (٨,٥°م) في القيصومة وحفر الباطن و (٤١,٥٦°ف) (٥,٣°م)، في محطة الصرار، وتمثل هذه التجمعات الحد الأقصى، في حين تتدنى "درجة حرارة أيام " إلى (١٢°ف و ٢,٠°ف)، في محطة تناقيب يليها القطاع الأوسط و الجنوبي حيث تتراوح مقادير الحرارة المتجمعة بين(٣١,٩٨°ف)، في محطة خريص و(٢٦,٢٤ °ف)، في محطة حرض وتتدنى إلى (٢٠,١٥°ف)، في يبرين.

تتراوح مقادير الحرارة المتجمعة تحت العتبة الحرارية ٧٠ °ف في القطاع الشمالي بين الصفر و ١٢٧,٦٠°ف في حين يتراوح بين الصفر و ٧٤,١٤°ف في القطاع الأوسط والساحلي في حين يتراوح بين ٧٦,٠٥و ٨٩,١١°ف في القطاع الجنوبي.

جدول رقم (٣)

درجة حرارة أيام للتدفئة Degree Day في محطات المنطقة الشرقية طبقاً لاستخدام أنموذج ثوم في القطاع الشمالي

العتبة الحرارية	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
القيصومة												
٧٠ف	٥١٩,٠	٣٧٨,٦٠	١٥٣,٦٩	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٢٧,٦٠	١٢
٦٥ف	٣٦٩,٠	٢٣١,٧٦	٥٧,٦٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٤٧,٣٠	٢٨٦,٥٨
٥٥ف	١٠٩,٥١	٣٢,٧٦	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٧٠,١٣
حفر الباطن												
٧٠ف	٥١٩,٠	٤٠٥,٦٠	١٨٥,١٥		٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٢٧	٤٠٠
٦٥ف	٣٦٩,٠	٢٥٥,٦٠	٧٦,٣٩	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٤٧,٣	٢٥٨,١٦
٥٥ف	١٠٩,٥١	٤٠,٨٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٥٧,٦٢
تناقيب												
٧٠ف	٣٧٨,٦٠	٣٠٨,٤٠	١٥١,٤٦	٣,٦٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٦٤,٩١	٢٦٩,١٨
٦٥ف	٢٣٥,٩٧	١٦٧,٨٧	٥٥,٤٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٢,٤٩	١٤٧,٠٣
٥٥ف	٣٩,٠٨	١٣,٠٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٤,١٢
الجبيل												
٧٠ف	٣٣٥,٤٠	٢٥٩,٨٠	٩٤,٩٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢٥٦,٩٦
٦٥ف	١٩٦,٤٥	١٢٨,٧٤	٢٤,٢٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٧,٩٨	٢٣٤,٢٧
٥٥ف	٢٥,٣٤	٢,٣٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٩,٨٦
الصرار												
٧٠ف	٤٤٣,٤٠	٢٩٧,٦٠	١٢٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١١٨,٣٧	٣٦٧,٨٠
٦٥ف	٢٩٣,٤٠	١٦٠,٢٣	٣٩,٨١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٤١,٥٦	٢٢٩,٧٤
٥٥ف	٧٣٥٨,٥٢	٨,٥٨	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٤٥,١١
رحيمة												
٧٠ف	٢٩٢,٢٠	٢٢٥,١٦	٨٢,٨٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣٠,٧٨	١٨٧,٨٩
٦٥ف	١٦٠,٦١	١٠٣,٥٦	١٨,٤٩	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢,٧	١٠٥,٥٣
٥٥ف	١٥,٢٨	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠

تابع- جدول رقم (٣)

درجة حرارة أيام للتدفئة Degree Day في محطات المنطقة الشرقية طبقاً لاستخدام أنموذج ثوم في القطاع الأوسط

العتبة الحرارية	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
القطيف												
٧٠ف	٣٢٤.٦٠	٢٤٩.٠٠	٨٧.٢٨	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢١٧.٧٤
٦٥ف	١٨٩.٣٣	١٢١.١٠	٢٢.٩٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣.٤٦	١٠٧.٥٢
٥٥ف	٢٥.٥٨	٤.١٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢.٤٧
أم عقلا												
٧٠ف	٤٤٣.٤٠	٣٢٤.٦٠	١٢.٠١		٠	٠	٠	٠	٠	٠	٧٤.١٤	٣٤٠.٨٠
٦٥ف	٢٩٣.٤٠	١٨٤.٠٧	٣٩.٨١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٨.٢٤	٢٠٦.٧١
٥٥ف	٦٧.٠٥	١٦.٦٤	٠٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣٤.٠٣
الظهران												
٧٠ف	٣٢٤.٦٠	٢٤٣.٦٠	٩٧.١٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٤٠.٣٦	٢٢٨.٥٤
٦٥ف	١٨٩.٣٣	١١٥.٧٠	٢٩.٦٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١.٨٩	١١٤.٣٤
٥٥ف	٢٥.٥٨	١.٩٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٥.٣١
الهفوف												
٧٠ف	٣٨٩.٤٠	٢٦٥.٢٠	٩٤.٩٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٦٦.٨٢	٢٦٩.١٨
٦٥ف	٢٤٣.٠٨	١٣٤.١٤	٢٤.٢٣	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٤.٤١	١٤٧.٠٣
٥٥ف	٤٦.١٩	٤.٥٩	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٤.١٢
الاحساء												
٧٠ف	٣٥٧.٧٤	٢٢٥.١٦	٧٢.٩٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣٢.٧٠	٢٥١.٥٦
٦٥ف	٢٠٧.٢٥	١٠٣.٥٦	١٤.٩٨	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٤.٦٨	١٢٩.٤١
٥٥ف	٢٨.٧٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
العضيلية												
٧٠ف	٣٥١.٦٠	٢٤١.٣٦	٧٢.٩٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٦١.٠٨	٢٦٢.٣٦
٦٥ف	٢١٢.٦٥	١١٣.٤٥	٢٧.٦٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٢.١٥	١٤٠.٢١
٥٥ف	٣٤.١٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١١.٢٨
خريص												
٧٠ف	٤٥٣.٢٣	٣١٧.٨٧	١٧٢.٩٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٨١.٩٨	٣٦٣.٥٤
٦٥ف	٢٧٠٨	١٦.٨٧	٢٩.٢٩	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣١.٩٨	٢١٣.٥٤
٥٥ف	٥٤.٧٨	١٣.٠٧	٠٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٣٦.٨٧

تابع جدول رقم(٣)

درجة حرارة أيام للتدفئة Degree Day في محطات المنطقة الشرقية طبقاً

لاستخدام أنموذج ثوم في القطاع الجنوبي

العتبة الحرارية	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
محطة حرض												
٧٠ف	٣٥١.٦٠	٢٥٩.٨٠	٦٣.١١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٨٩.١١	٢٩٠.٧٨
٦٥ف	٢١٢.٦٥	١٢٨.٧٤	١١.٤٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢٦.٢٤	١٦٠.٦٧
٥٥ف	٣٤.١٧	٢.٣٥		٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٩.٨١
محطة بيرين												
٧٠ف	٣٥١.٦٠	٢٠٨.٩٦	٤٣.٠٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٧٦.٠٥	٢٧٤.٥٨
٦٥ف	٢١٢.٦٥	٩٠.٥٢	٤.١٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢٠.١٥	١٤٨.٤٥
٥٥ف	٣٤.١٧	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٥.٥٥

يتضح من السابق أن التجمعات الحرارية حول العتبات المختارة قليلة بمعنى – أن مقدار الطاقة اللازمة للتدفئة بسيطة جداً وتعنى أيضاً أن شهر نوفمبر لا يتعدى كونه بداية التغيرات الحرارية الشتوية التي تستوجب استخدام الطاقة بغرض التدفئة ولكن بمقادير لا تقارن بمقادير الحاجة إليها في الشهور الحقيقية للشتاء وقد تزدوج الحاجة في هذا الشهر لكل من التدفئة والتبريد بسبب تطرف درجات الحرارة اليومي إذ تصل أثناء النهار (٨٤,٢°ف)، فأكثر في حين تنخفض في الليل لـ (٣٣,٩°ف)، أي درجة مئوية واحدة (انظر ملحق رقم ٢).

وبحلول ديسمبر يبدأ الشتاء الحقيقي وتنخفض الصغرى المطلقة إلى أقل من الصفر المئوي وتظهر تحت العتبة الحرارية ٥٥°ف تجمعات حرارية توجب التدفئة في جميع المحطات تزيد معها مقادير الطاقة المطلوبة للتدفئة و تتراوح "درجة حرارة

أيام "بين ٩,٨٦و٧٠ ْف في القطاع الشمالي وتقل في القطاع الأوسط لتتراوح بين ٢,٤٧و ٣٤,٠٣ ْف بينما تتراوح بين ١٥و ١٩,٨١ْف في القطاع الجنوبي، أما العتبة الحرارية ٦٥ ْف فإن مقدار المتجمع تحتها من الحرارة يتراوح في المدن الشمالية بين ١٠٥,٥٣و ٢٨٦,٥٨ ْف ويتراوح بين ١٠٧,٥٢و٢٠٦ ْف في مدن القطاع الأوسط والساحلي في حين تتراوح بين ١٤٨,٤٥و٢١٣,٥٤ْف في مدن القطاع الجنوبي.

ويتصدر القطاع الشمالي بقية قطاعات المنطقة في مقادير الطاقة اللازم إضافتها للشعور بالراحة تحت العتبة الحرارية ٧٠ْف كما هو الحال في بقية العتبات وتتراوح مقادير الحرارة المتجمعة بين١٨٧,٨٩و ٤٠٠ ْف بينما تقل هذه المقادير في القطاع الأوسط، حيث تتراوح "درجة حرارة أيام "بين ٢١٧,٧٤و٣٦٣,٥٤ْف يليها القطاع الجنوبي الذي تتراوح قيمه بين ٢٧٤,٥٨- ٢٩٠,٧٨ ْف.

وبحلول منتصف الشتاء الحقيقي والذي يمثله شهر يناير تزداد الحاجة للتدفئة وتتشابه في جميع المحطات مع تصدر واضح لحاجة القطاع الشمالي عند جميع العتبات الحرارية فتحت العتبة الحرارية ٥٥ْف تتراوح قيم الحرارة المتجمعة بين ١٥,٢٨و٣٥٨,٥٢ ْف في حين تتراوح بين ٢٥,٥٨و ٦٧,٠٥ ْف في القطاع الأوسط والساحلي وتبلغ (٣٤,١٧ْف)، في القطاع الجنوبي وهذا يعنى أن شتاء القطاع الشمالي أكثر عنفاً من بقية قطاعات منطقة الدراسة ومن المفترض أن تكون أكثر المناطق حاجة للطاقة بغرض التدفئة.

أما تحت العتبة الحرارية٦٥ ْف فإن درجات الحرارة المتجمعة تتراوح في القطاع الشمالي بين ١٦٠,٦١ و٣٦٩ْف أما القطاع الأوسط فتتراوح قيمه بين

١٨٩,٣٣ و٢٧٠,٠٨ °ف في حين تبلغ في القطاع الجنوبي (٢١٢,٦٥ °ف)، وتحت العتبة الحرارية ٧٠° ف تتراوح قيم الحرارة المتجمعة بين (شكل ٢)، ٢٩٢,٢٠ و٥١٩,٠ °ف في القطاع الشمالي في حين تتراوح بين ٣٢٤,٦٠ و ٤٤٣,٤٠ °ف في القطاع الأوسط والساحلي، و تبلغ (٣٥١,٦٠ °ف)، في القطاع الجنوبي.

وخلال فبراير أواخر الشتاء الحقيقي تظل التجمعات الحرارية تتراكم تحت العتبة الحرارية ٥٥°ف في فبراير في القطاع الشمالي بمقادير تتراوح بين ٢,٣٥ و ٤٠ °ف وهي مقادير منخفضة بمعنى أنه نادراً ما تصل معدلات درجات الحرارة لأقل من هذه العتبة الحرارية وتسجل بقية المناطق تجمعات مماثلة تقريباً في حين ترتفع مقادير الحرارة المتجمعة عند العتبة الحرارية ٦٥°ف لتتراوح في القطاع الشمالي بين ١٠٣,٥٦ و ٢٥٥,٦٠°ف بينما تتراوح بين ١٠٣ و ١٨٤,٠٧°ف في القطاع الأوسط والساحلي في حين تتراوح مقادير الطاقة المتجمعة عند نفس العتبة بين ٩٠,٥٢و ١٢٨°ف في القطاع الجنوبي.

وما يسجل في هذا الشهر تحت العتبة الحرارية ٧٠°ف يزيد مقارنة بالعتبات السابقة حيث تتراوح القيم بين ٢٢٥ و٤٠٥°ف في القطاع الشمالي بينما يسجل القطاع الأوسط والجنوبي حرارة متجمعة تتراوح بين ٢٢٥,١٦و٣٢٤,٦٠°ف، أما في القطاع الجنوبي فتتراوح بين ٢٠٨,٩٦و٢٥٩,٨٠°ف وبنهاية شهر فبراير تنتهي شهور الشتاء الحقيقية ولكن يستمر تسرب الهواء البارد في مارس مما يستدعي استخدام التدفئة خاصة في الليل و الصباح الباكر وتظل الحرارة تتجمع تحت العتبة الحرارية ٦٥°ف وتتراوح مقادير الطاقة المتجمعة في الشمال بين ٣٩,٨١

و ٧٦,٣٩°ف في حين تتراوح في القطاع الأوسط والساحلي بين ١٤,٩٨ - ٣٩,٨١°ف في حين تراوحت بين ٤,١٢و ٢٩,٢٩°ف.

أما عند العتبة ٧٠°ف فان مقادير التجمع تتراوح في القطاع الشمالي بين ٨٢,٨٢ - ١٨٥,١٥°ف في حين تتراوح بين ١٢,٠١و ٩٧,٢٨°ف في القطاع الأوسط والداخلي وترتفع لتتراوح بين ٤,١٢و٦٣,١١°ف في القطاع الجنوبي من منطقة الدراسة.

اتضح مما سبق الآتي :-

١- أن العتبات الحرارية(٥٥و٦٥°ف) عتبات تتراكم تحتها التجمعات الحرارية خلال شهر يناير مما يعني أن معدلات درجات الحرارة في معدلاتها العامة تنخفض عن هذه العتبات وهذا يعني أن شهر يناير يتصدر الشهور الباردة في استخدام الطاقة لغرض التدفئة في جميع محطات المنطقة الشرقية.

٢- أن مقادير الحرارة المتجمعة تتغير بتغير العتبة الحرارية ويزيد المتراكم تحت العتبات الحرارية (٧٠- ٦٥°ف)، وتعتبر العتبة الحرارية ٧٠°ف أنسب العتبات التي تتجمع أسفل منها قيم مقبولة خلال الشتاء في منطقة الدراسة كونها العتبة التي تمثل الشعور بالراحة في جميع محطات الدراسة، والتي تتناسب مع درجة تأقلم الإنسان وتكيفه مع الدفء وتمثل القيم المتجمعة عندها أكثر القيم المقبولة كتجمعات حرارية موجبة للتدفئة إلا أن تنوع العتبات الحرارية أظهر مدى تباين الحاجة للتدفئة في القطاعات المختلفة من منطقة الدراسة.

٣- أن مقادير الطاقة اللازمة للتدفئة يتوقع أن تزيد في القطاع الشمالي والشمالي الشرقي والشمالي الغربي من منطقة الدراسة مقارنة بغيرها من القطاعات نسبة

لتكرار توغل مؤثرات الكتل الهوائية قارصة البرد التي تتسرب إلى هذه المنطقة قادمة من كتل اليابس المجاورة يليه القطاع الجنوبي والجنوبي الغربي الذي ترتفع به نسبة القارية (لاحظ الجدول رقم ٣).

٤- أن ارتفاع السطح في محطة أم عقلا (٤٥٠م) ومحطة خريص (٤٣٠م) مقارنة ببقية المحطات المجاورة يزيد من حاجتهم للتدفئة خلال الشتاء.

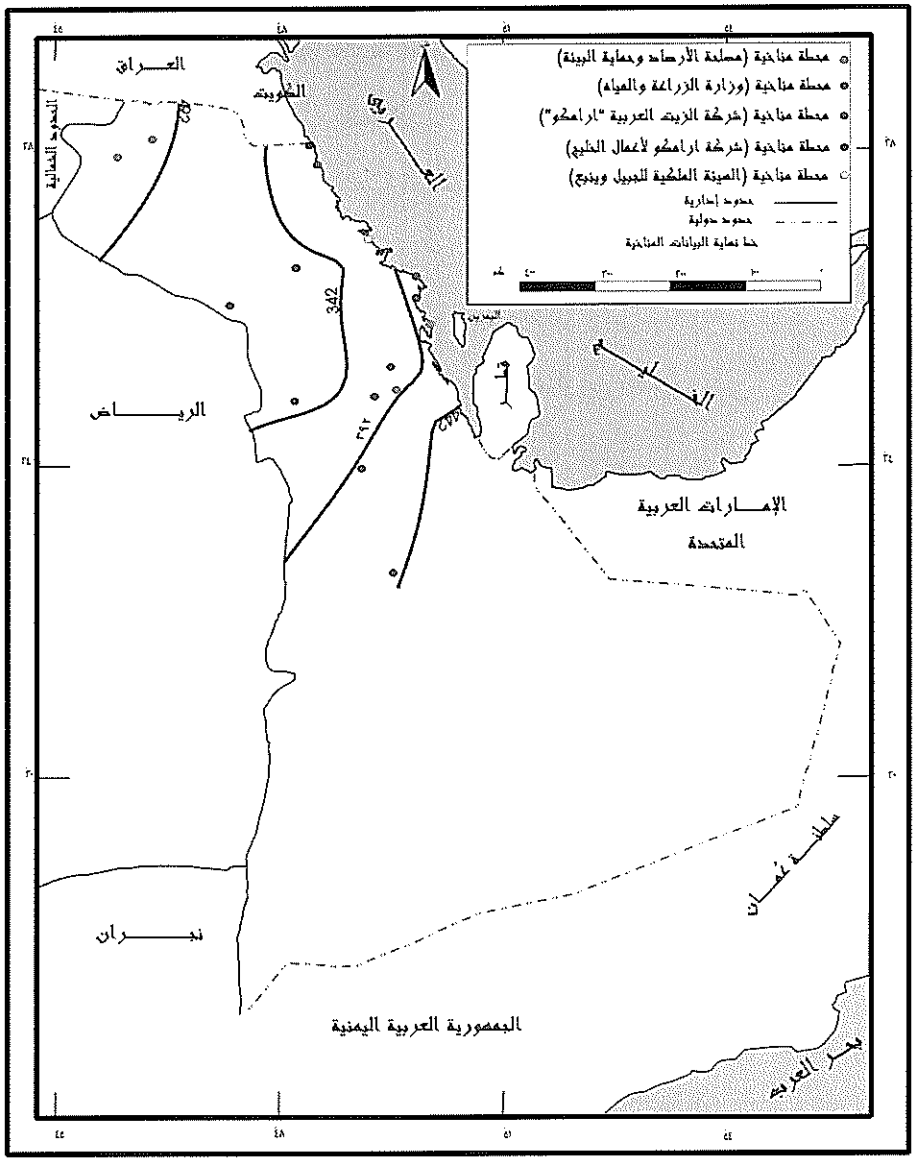
٥- أن الشتاء الحقيقي يتمثل في (ديسمبر ويناير وفبراير) وهي شهور موجبة للتدفئة بينما يعد نوفمبر انتقالياً من الخريف ومارس انتقالياً إلي الربيع تزدوج فيهما الحاجة للتبريد والتدفئة.

ثالثا :- تحليل نتائج تطبيق أنموذج ثوم والحاجة للتبريد

تمتد شهور الصيف الحقيقية المرهقة حرارياً في المنطقة الشرقية في يونيو، ويوليو وأغسطس وسبتمبر بالرغم أن ارتفاع الحرارة يبدأ مبكراً في شهر أبريل ويبلغ معدل الاستهلاك للطاقة حد الذروة بارتفاع درجة الحرارة العظمى لأكثر من (٥٠°م) (١٢٢°ف)، ولا ينخفض معدل العظمى في جميع محطات الدراسة عن (٤٢°م) (١٠٧°ف) في نهار الشهور الحقيقية للصيف بل يرتفع ليصل في معدلاته إلي (٥٢°م) (١٢٥,٦°ف)، وتكاد جميع محطات الدراسة تسجل هذه القيم بدون استثناء.

وبالرغم من التطرف الحاد لدرجات الحرارة المطلقة نهاراً إلا أنها تعتدل كثيراً خلال الليل بحيث تمثل بعض الدرجات خاصة في المحطات الداخلية والشمالية درجات مناخ مريح يمكن فيه الاستغناء عن الطاقة من أجل التبريد. وتتراوح معدلات المطلقة الصغرى بين ٢٠,٧- ٢٤,٧°م في محطات الدراسة. (راجع الملحق رقم ٣).

شكل رقم (٣) درجة حرارة أيام للتدفئة فـ(يناير)



وباستخدام أنموذج ثوم بعد تعديل الطرف الثاني من معادلته وتطبيقها على قراءات المحطات المناخية بالعتبات الحرارية المختارة وهي ٧٠°ف (٢١,١ °م) و٧٢°ف(٢٢,٢°م) و٧٥°ف (٢٣,٨°م)، كانت النتائج على النحو الوارد في الجدول رقم (٤) والتي تقرأ كالأتي :-

تظهر قيم تطبيق أنموذج ثوم في الصيف كدرجات حرارة تتجمع فوق العتبات الحرارية و تظهر هذه التجمعات مدى ارتفاع قيم درجات الحرارة عن مستوى الراحة الحرارية بمعنى (t-b) لذلك فإن كل القيم عبارة عن تجمعات لفوارق الدرجات فوق درجة حرارة الراحة المختارة أو العتبات الحرارية المقترحة لفصل الصيف وهي تظهر مقدار الحاجة الملحة للتبريد.

يلاحظ من الجدول رقم (٤) أن عدد الشهور التي تحتاج إلى التبريد تصل إلي ٧ شهور هي الفترة من أبريل إلى أكتوبر وفيها تقل نوعاً في أبريل ومايو وأكتوبر وهي شهور تعتدل حرارتها لبعد المنطقة عن مركز تعامد الشمس خلالها إلا أن التطرف الحاد في درجات الحرارة الصغرى والعظمى يستوجب التبريد أثناء النهار حتى وإن مثلت درجات الحرارة في بقية اليوم درجات مناخ مريح أحياناً أو حتى إنها تستوجب التدفئة ليلاً كما هو الحال في أكتوبر.

بقراءة مخرجات كل شهر اتضح أن الحاجة إلى التبريد تبدأ في الظهور كحاجة ملحة أثناء النهار في الربيع (شهر أبريل ومايو)، وان كانت المقادير المطلوبة أقل مقارنة بالشهور الحقيقية للصيف وتتراوح "درجة حرارة أيام "في أبريل على العتبة الحرارية ٧٠°ف (٢١,١° م) بين ١٨٠,٣٥ و ٢٣١,٦٠°ف في مدن القطاع

الشمالي وبين ٢٢٦,٣٠و٤٦٣,٢٠ °ف في القطاع الأوسط بينما تراوحت بين ٢٣٧و ٣٥٥,٨٠°ف في القطاع الجنوبي.

تقل القيم المتجمعة على العتبة الحرارية (٧٢°ف)(٢٢,٣°م)، لتتراوح بين ١٣١و٣٤٧,٣١ °ف في القطاع الشمالي وبين ١٧١,٦٩و ٤٧٢,٨٠°ف في القطاع الأوسط وبين ١٨٢,٤و ٢٩٥,٨٠ °ف في القطاع الجنوبي أما على العتبة الحرارية ٧٥°ف (٢٣,٣ °م)، فيتوالى انخفاض تراكم القيم عند هذه العتبة ليتراوح بين٥٥,٢٠و ١٦٣,٢٠°ف في القطاع الشمالي وبين ٩٨,١٦و ٢٩٢,٨٠°ف في القطاع الأوسط وبين ١٧٤,٠و ٢٩٢°ف في القطاع الجنوبي.

ويلاحظ مما سبق أن الحاجة للتبريد تزيد في القطاع الأوسط مقارنة ببقية القطاعات حيث تسجل أعلى التجمعات الحرارية على العتبات. ويستمر الطلب على الطاقة في مايو للتبريد وتتراوح القيم الحرارية المتجمعة على العتبة الحرارية ٧٠°ف(٢١,١°م)، بين ٤٩٦,٢٠و ٥٢٣,٢٠°ف في مدن القطاع الشمالي وبين ٤٩٠,٨٠و ٦٣٦,٦٠°ف في القطاع الأوسط بينما تتراوح بين ٥٠٧و٦٠٩,٦٠ °ف في القطاع الجنوبي. و تقل القيم على العتبة الحرارية ٧٢°ف(٢٢,٣°م)، لتتراوح بين ٤٣٦,٢٠و ٥٩٦°ف في القطاع الشمالي و بين ٤٣٠,٨٠و٥٧٦,٦٠°ف في القطاع الأوسط وبين٤٤٧ و٥٤٩,٦٠°ف في القطاع الجنوبي أما على العتبة الحرارية ٧٥°ف (٢٣,٣°م)، فيتوالى انخفاض تجمع القيم على هذه العتبة ليتراوح بين٣٤٦,٢٠و ٤١١°ف) في القطاع الشمالي وبين ٣٤٠,٨٠و٤٨٦,٦٠ °ف في القطاع الأوسط وبين ٣٥٧و ٤٥٩°ف) في القطاع الجنوبي.

جدول رقم (٤)

يوضح درجة حرارة أيام للتبريد Degree Day في محطات المنطقة الشرقية طبقاً لاستخدام أنموذج ثوم(معدل)

(القطاع الشمالي)

العتبة الحرارية	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
القيصومة												
٧٠ف	٠	٠	١١,٣٠	٢٢٠,٨٠	٥٦١,٠٠	٧٢٨,٤٠	٨٠٩,٤٠	٧٩٣,٢٠	٦٦٩,٠	٣٢٨,٨٠	٢٩,٢٢	٠
٧٢ف	٠	٠	٢,٠٧	٣٢١,٦٠	٥٠١,٠	٦٦٨,٤٠	٧٤٩,٤٠	٧٣٣,٢٠	٦٠٩,٠	٢٦٨,٨٠	١١,٠٦	٠
٧٥ف	٠	٠	٠	٩٥,٥١	٤١١,٠	٥٧٨,٤٠	٦٥٩,٤٠	٦٤٣,٢٠	٥١٩,٠	٣٥٧,٦٠	١,٢٣	٠
حفر الباطن												
٧٠ف	٠	٠	٥,٢٣	٢١٠	٥٥٠,٢٠	٧٥٠٠	٨١٤,٨٠	٨٢٠,٢٠	٦٣٦,٦٠	٣٣٤,٢٠	٢٩,٢٤	٠
٧٢ف	٠	٠	٠	١٥٨,٢٤	٤٩٠,٢٠	٦٩٠	٧٥٤,٨٠	٧٦٠,٢٠	٥٧٦,٦٠	٢٧٤,٢٠	١١,٠٦	٠
٧٥ف	٠	٠	٠	٨٧,٤٥	٤٠٠,٢٠	٦٠٠	٦٦٤,٨٠	٦٧٠,٢٠	٤٨٦,٦٠	٣٦٨,٤٠	٠	٠
تناقيب												
٧٠ف	٠	٠	١٣,٥٣	١٨٠,٣٥	٤٩٦,٢٠	٦٨٥,٢٠	٧٨٧,٨٠	٧٥٠٠	٥٧٧,٢٠	٣٣٤,٢٠	٧٠٢	٥,٣٤
٧٢ف	٠	٠	٤,٢٩	١٣١,٣٣	٤٣٦,٢٠	٦٢٥,٢٠	٧٢٧,٨٠	٦٩٠٠	٥١٧,٢٠	٢٧٤,٢٠	٤٥,٨٧	٠
٧٥ف	٠	٠	٠	٥٥,٢٠	٣٤٦,٢٠	٥٣٥,٢٠	٦٣٧,٨٠	٦٠٠	٤٢٧,٢٠	١٨٦,٨١	١٨,٦١	٠
الجبيل												
٧٠ف	٠	٠	٣٥,١٩	٢١٢,٧٥	٥٠٧,٠	٦٧٤,٤٠	٧٦٦,٢٠	٧١٧,٦٠	٥٦٦,٤٠	٣٣٣,٦٠	٨٥,٩٩	٥,٦٢
٧٢ف	٠	٠	١٦,٤٤	١٥٠٠	٥٩٦,٠	٦١٤,٤٠	٧٠٦,٢٠	٦٥٧,٦٠	٥٠٦,٤٠	٢٧٩,٦٠	٥٧,٣٦	١,٣٢
٧٥ف	٠	٠	٢,٥٩	٨٧,٤٥	٣٥٧,٠	٥٢٤,٤٠	٦١٦,٢٠	٥٦٧,٦٠	٤١٦,٤٠	١٩٢,٢١	٢٣,١٣	٠
الصرار												
٧٠ف	٠	٠	٢٢,٧٧	٢٣١,٦٠	٥٢٣,٢٠	٧٣٩,٢٠	٧٩٨,٦٠	٧٥٥,٤٠	٥٧١,٨٠	٢٣٧,٠	٣١,٥٠	٠
٧٢ف	٠	٠	١٠,٣٦	١٧٧,٠٩	٤٦٣,٢٠	٦٧٩,٢٠	٧٣٨,٦٠	٦٩٥,٤٠	٥١١,٨٠	١٧٩,٦١	١٦,٨١	١,٨٨
٧٥ف	٠	٠	٠	١٦٣	٣٧٣,٢٠	٥٨٩,٢٠	٦٤٨,٦٠	٦٠٥,٤٠	٤٢١,٨٠	١٠٥,٣٠	٠	٠
رحيمة												
٧٠ف	٠	٠	٥٠,٤٤	٢٣١,٦٠	٥١٢,٤٠	٦٦٩,٠	٧٤٤,٦٠	٧١٢,٢٠	٥٨٢,٦٠	٤١٥,٢٠	١٤٣,٤٨	١٨,٩٩
٧٢ف	٠	٠	٢٢,١٧	٣٤٧,٣١	٤٥٢,٤٠	٦٠٩,٠٠	٦٨٤,٦٠	٦٥٢,٢٠	٥٢٢,٦٠	٣٥٥,٢٠	٦٢,٤٠	٢,٧٥
٧٥ف	٠	٠	٠	١٦٣,٢٠	٣٦٢,٤٠	٥١٩,٠	٥٩٤,٦٠	٥٦٢,٢٠	٤٣٢,٦٠	٢٦٥,٢٠	٤٢,٢٧	٠

تابع - جدول رقم (٤)

يوضح درجة حرارة أيام للتبريد Degree Day في محطات المنطقة الشرقية طبقاً لاستخدام أنموذج ثوم (معدل) (القطاع الأوسط)

العتبة الحرارية	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
القطيف												
٧٠ف	٠	٠	٠	٢٢٦,٢٠	٤٩٠,٨٠	٦٤٧,٤٠	٧١٧,٦٠	٦٧٩,٨٠	٥٥٥,٦٠	٣٤٥,٠٠	٩٧,٤٨	٩,٠٤
٧٢ف	٠	٠	٢٠,٨٩	١٧١,٦٩	٤٣٠,٨٠	٥٨٧,٤٠	٦٥٧,٦٠	٦١٩,٨٠	٤٩٥,٦٠	٢٨٥,٠	١٩,٢٠	٤,٧٤
٧٥ف	٠	٠	٣,٨٧	٩٨,١٦	٣٤٠,٨٠	٤٩٧,٤٠	٥٦٧,٦٠	٥٢٩,٨٠	٤٠٥,٦٠	٣٩٠	٣٤,٦١	٠
أم عقلا												
٧٠ف	٠	٠	٢٢,٧٧	٤٦٣,٢٠	٥٥٠,٢٠	٦٩٦,٠٠	٧٦٦,٢٠	٧٢٨,٤٠	٥٩٣,٤٠	٣٢٨,٨٠	٦١,٧٩	٠
٧٢ف	٠	٠	١٠,٣٦	١٧٧,٠٩	٤٩٠,٢٠	٦٣٦,٠٠	٧٠٦,٢٠	٦٦٨,٤٠	٥٣٣,٤٠	٢٦٨,٨٠	٣٦,٦٤	٠
٧٥ف	٠	٠	٠	١٦٣,٢٠	٤٠٠,٢٠	٥٤٦,٠٠	٦١٦,٢٠	٥٧٨,٤٠	٤٤٣,٤٠	١٨١,٤١	١٢,٨٦	٠
الظهران												
٧٠ف	٠	٠	٣٦,١٣	٢٣١,٦٠	٥١٧,٨٠	٦٩٠,٦٠	٧٧١,٦٠	٧٢٨,٤٠	٥٨٢,٦٠	٣٦١,٢٠	١٠٢,٥٤	٦,١٩
٧٢ف	٠	٠	٠	٣٤١,٨٢	٤٥٧,٨٠	٦٣٠,٦٠	٧١١,٦٠	٦٦٨,٤٠	٥٢٢,٦٠	٣٠١,٢٠	٧٠,٤٢	١,٨٩
٧٥ف	٠	١	٠,٣٦	١٠٠,٨٢	٣٦٧,٨٠	٥٤٠,٦٠	٦٢١,٦٠	٥٧٨,٤٠	٤٣٢,٦٠	٢١١,٢٠	٣٢,٧٠	٠
الاحساء												
٧٠ف	٠	٠	٥٠,٧٨	٣٠٧,٢٠	٦٣٦,٦٠	٨٠٤,٠٠	٩٢٠,٠٨	٨٥٢,٦٠	٦٧٤,٤٠	٤١٥,٢٠	١١٧,١٧	٣,٠٧
٧٢ف	٠	٠	٢٨,٨٥	٢٤٧,٢٠	٥٧٦,٦٠	٧٤٤,٠٠	٨٣٠,٤٠	٧٩٢,٦٠	٦١٤,٤٠	٣٥٥,٢٠	٨١,٥٦	٠
٧٥ف	١	٠	٥,٤٨	١٦٢,٦٩	٤٨٦,٦٠	٦٥٤,٠٠	٧٤٠,٤٠	٧٠٢,٦٠	٥٢٤,٤٠	٢٦٥,٢٠	٤٠,٣٦	٠
العضيلية												
٧٠ف	٠	٠	٥٠,٧٨	٢٩٦,٤٠	٦٠٤,٢٠	٧٥٥,٤٠	٨٤٧,٢٠	٨٠٩,٤٠	٦٣١,٢٠	٣٨٢,٨٠	٧٤,٨٥	٤,٢٠
٧٢ف	٠	٠	٢٨,٨٥	٤٧٢,٨٠	٥٤٤,٢٠	٦٩٥,٤٠	٧٨٧,٢٠	٧٤٩,٤٠	٥٧١,٢٠	٣٢٢,٨٠	٤٩,٧٠	٠
٧٥ف	٠	٠	٥,٤٨	٢٩٢,٨٠	٤٥٤,٢٠	٦٠٥,٤٠	٦٩٧,٢٠	٦٥٩,٤٠	٤٨١,٢٠	٤٦٥,٦٠	٨,٥٠	٠
خريص												
٧٠ف	٠	٠	٤٢,٨١	٢٣٧,٠	٥٠٧,٠	٦٣٦,٦٠	٧٣٩,٢٠	٧٠١,٤٠	٥٥٤,٨٠	٢٥٨,٦٠	٤١,٠٧	٠
٧٢ف	٠	٠	٢٠,٨٩	١٨٢,٤٩	٤٤٧,٠٠	٥٧٦,٦٠	٦٧٩,٢٠	٦٤١,٤٠	٤٨٤,٨٠	١٩٨,٦٠	٢٢,٩٠	٠
٧٥ف	٠	٠	٣,٨٧	١٧٤,٠٠	٣٥٧,٠	٤٨٦,٦٠	٥٨٩,٢٠	٥٥١,٤٠	٣٩٤,٨٠	٢١٧,٢٠	٢,٦٠	٠

تابع - جدول رقم (٤)

يوضح درجة حرارة أيام للتبريد Degree Day في محطات المنطقة الشرقية طبقاً لاستخدام أنموذج ثوم (معدل)

(القطاع الجنوبي)

العتبة الحرارية	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
حرض												
٧٠ف	٠	٠	٥٧,٤٦	٢٩٦,٤٠	٥٦١,٠٠	٦٥٨,٢٠	٧٢٨,٤٠	٧١٢,٢٠	٥٥٠,٢٠	٢٩١,٠٠	٥٠,٣٠	٠
٧٢ف	٠	٠	٣٥,٥٣	٢٣٦,٤٠	٥٠١,٠٠	٥٩٨,٢٠	٦٦٨,٤٠	٦٥٢,٢٠	٤٩٠,٢٠	٢٣١,٠٠	٢٨,٦٤	٠
٧٥ف	٠	٠	٨,٩٩	٢٩٢,٨٠	٤١١,٠٠	٥٠٨,٢٠	٥٧٨,٤٠	٥٦٢,٢٠	٤٠٠,٢٠	٢٨٢,٠٠	١٥,٣٢	٠
بيرين												
٧٠ف	٠	٢,٥٣	٨٥,٢٠	٣٥٥,٨٠	٦٠٩,٦٠	٧٦٠,٨٠	٨٣٦,٤٠	٧٨٧,٨٠	٦٢٠,٤٠	٣١٨,٠٠	٥٩,٨٨	٣,٩٢
٧٢ف	٠	٠	٥٢,٤٠	٢٩٥,٨٠	٥٤٩,٦٠	٧٠٠,٨٠	٧٧٦,٤٠	٧٢٧,٨٠	٥٦٠,٤٠	٢٥٨,٠٠	٣٤,٧٣	٠
٧٥ف	٠	٠	٢٢,٦٩	٢٠٨,٥٥	٤٥٩,٦٠	٦١٠,٨٠	٦٨٦,٤٠	٦٣٧,٨٠	٤٧٠,٤٠	٣٣٦,٠	١٠,٩٥	٠

بحلول يونيو وهو موعد تعامد الشمس على مدار السرطان ترتفع درجات الحرارة كثيراً وتزداد الحاجة لاستخدام الطاقة للتبريد نهاراً وليلاً عند جميع العتبات الحرارية المختارة فعند العتبة الحرارية ٧٠ ْف (٢١,١ ْم) تتراوح درجة الحرارة المتجمعة بين ٦٦٩و٧٥٠ ْف في القطاع الشمالي في حين ترتفع حاجة القطاع الأوسط بين ٦٤٧,٤٠و٨٠٤ ْف وتتراكم تجمعات حرارية تتراوح بين ٦٣٦,٨٠و٧٦٠ ْف في مدن القطاع الجنوبي.

أما العتبة الحرارية ٧٢ ْف (٢٢,٣ ْم) فإن مقدار المتجمع عليها من الحرارة في المدن الشمالية يتراوح بين٦٠٩- ٦٩٠ ْف وبين ٥٨٧,٤٠و٧٤٤ ْف في القطاع الأوسط. أما مدن القطاع الجنوبي فتتراوح قيمها بين ٥٧٦,٦٠و٧٠٠,٨٠ ْف ولا يختلف ما يتجمع على العتبة الحرارية ٧٥ ْف (٢٣,٣ ْم) كثيراً عن العتبة السابقة

إذ يتراوح بين ٥١٩و ٦٠٠°ف في القطاع الشمالي وبين ٤٩٧.٤٠و ٦٥٤°ف في مدن القطاع الأوسط في تكزن بين ٤٨٦.٦٠- ٦١٠.٨٠°ف في مدن القطاع الجنوبي.

تبلغ في يوليو حيث درجة الحرارة العظمى أعلى معدلاتها وتصبح المنطقة برمتها ضمن الإقليم الفسيولوجي الحار الذي يسبب إحساساً مفرطاً بالضيق والانزعاج (حبيب ١٩٩٥ص٥٠٠)، فعند العتبة الحرارية ٧٠°ف (٢١.١°م) تتراوح القيم المتجمعة بين ٧٤٤.٦٠و٨١٤.٨٠°ف في مدن القطاع الشمالي بينما تتراوح بين ٧١٧.٦٠و ٨٩٠.٤٠°ف في مدن القطاع الأوسط وبين ٦٣٦.٦٠و ٧٦٠.٨٠°ف في مدن القطاع الجنوبي وتقل القيم المتجمعة على العتبة الحرارية ٧٢°ف(٢٢.٣°م)، فتتراوح بين ٦٨٤.٦٠و٧٥٤.٨٠°ف في القطاع الشمالي وبين ٦٥٧.٦٠و٨٣٠.٤٠°ف في القطاع الأوسط بينما تتراوح بين ٦٦٨.٤٠و٧٧٦.٤٠°ف في القطاع الجنوبي(شكل رقم ٣)، وعلى العتبة الحرارية ٧٥°ف (٢٣.٣°م) تتراوح التراكمات الحرارية في القطاع الشمالي بين ٥٩٤.٦٠و ٦٦٤.٨٠°ف في حين تتراوح في القطاع الأوسط وتتراوح بين ٥٦٧.٦٠و٧٤٠.٤٠°ف في حين تتراوح بين ٥٧٨.٤٠و ٦٨٦.٤٠°ف في القطاع الجنوبي.

ترتفع في أغسطس معدلات "درجة حرارة أيام "إلى قيم تتراوح بين ٧١٢.٢٠ و٨٢٠.٢٠°ف في القطاع الشمالي بينما تراوحت بين ٦٧٩.٨٠و ٨٥٢.٦٠°ف في القطاع الأوسط وتتراوح بين ٧٠١.٤٠و٧٨٧.٨٠°ف في القطاع الجنوبي، هذا عن العتبة الحرارية ٧٠°ف، أما على العتبة الحرارية ٧٢°ف(٢٢.٣°م) فإن القيم

تتراوح بين ٦٥٢,٢٠و٧٦٠,٢٠°ف في مدن القطاع الشمالي في حين تتراوح بين ٦١٩,٨٠و٧٩٢,٦٠°ف في القطاع الأوسط ، وتتراوح القيم بين ٦٤١,٤٠و٧٢٧,٨٠°ف في القطاع الجنوبي.

على العتبة الحرارية ٧٥°ف (٢٣,٣°م) تتراوح القيم بين ٥٦٢,٢٠و ٦٧٠,٢٠°ف في مدن الشمال بينما تتراوح بين ٥٢٩,٨٠و ٧٠٢,٦٠°ف في القطاع الأوسط في حين تبلغ بين ٥٥١,٤٠و٦٣٧,٨٠°ف في القطاع الجنوبي.

خلال سبتمبر تبدأ التجمعات الحرارية على العتبات المختارة تقل لتتراوح بين ٥٨٢,٦٠و٦٣٦,٦٠°ف في القطاع الشمالي على العتبة الحرارية ٧٠ °ف (٢١,١°م) وبين ٥٥,٦٠ و٦٧٤,٤٠°ف في القطاع الأوسط في حين تتراوح بين (٥٥٠,٢٠ —٦٢٠,٤٠°ف) في مدن الجنوب.

أما على العتبة الحرارية ٧٢°ف(٢٢,٣°م) فإن القيم تتراوح بين ٥٢٢,٦٠ و٥٧٦,٦٠°ف في الشمال في حين تتراوح بين ٤٩٥,٦٠و ٦١٤,٤٠°ف في الوسط في حين تتراوح بين ٤٨٤,٨٠و٥٦٠,٤٠°ف في الجنوب. وعلى العتبة الحرارية ٧٥°ف (٢٣,٣°م) تتراوح القيم بين ٤٣٢,٦٠و ٤٨٦,٦٠°ف في مدن الشمال بينما تتراوح بين ٤٠٥,٦٠و٥٢٤,٤٠ °ف في القطاع الأوسط في حين تبلغ بين ٣٩٤,٨٠و ٤٧٠,٤٠°ف في القطاع الجنوبي. وبالرغم من أن أكتوبر هو أحد الشهور التي يعتدل فيها المناخ نوعاً في منطقة الدراسة إلا أن الحاجة للتبريد تظل مستمرة ولكن بمقادير أقل مما هو عليه الحال في الشهور السابقة ، و تتراوح التجمعات الحرارية في القطاع الشمالي بين ٢٣٧و٤١٥,٢٠°ف على العتبة الحرارية ٧٠ °ف (٢١,١°م) في حين تتراوح بين ٣٣٧و٤١٥,٢٠°ف في القطاع

الأوسط وبين ٢٥٨,٦٠و ٣١٨°ف في القطاع الجنوبي. أما على العتبة الحرارية ٧٢ °ف(٢٢,٣°م) فإن القيم تتراوح بين ١٧٩,٦١و ٣٥٥,٢٠°ف في القطاع الشمالي وبين ٢٦٨,٨٠- ٣٥٥°ف في القطاع الأوسط، في حين تتراوح بين ١٩٨,٦٠و ٢٥٨°ف في القطاع الجنوبي. وتقل التجمعات الحرارية على العتبة الحرارية ٧٥°ف (٢٣,٣°م)، لتتراوح بين ١٠٥,٣٠و ٣٦٨,٤٠°ف في القطاع الشمالي، في حين تتراوح بين ١٨١,٤١و ٤٦٥,٦٥ °ف في القطاع الأوسط وبين٢١٧,٢٠و٣٣٦°ف في القطاع الجنوبي.

يتضح مما سبق :-

١- أن العتبة الحرارية ٧٥°ف (٢٣,٣°م) هي أنسب العتبات التي تتجمع فوقها قيم مقبولة لحجم استهلاك الطاقة في المنطقة.

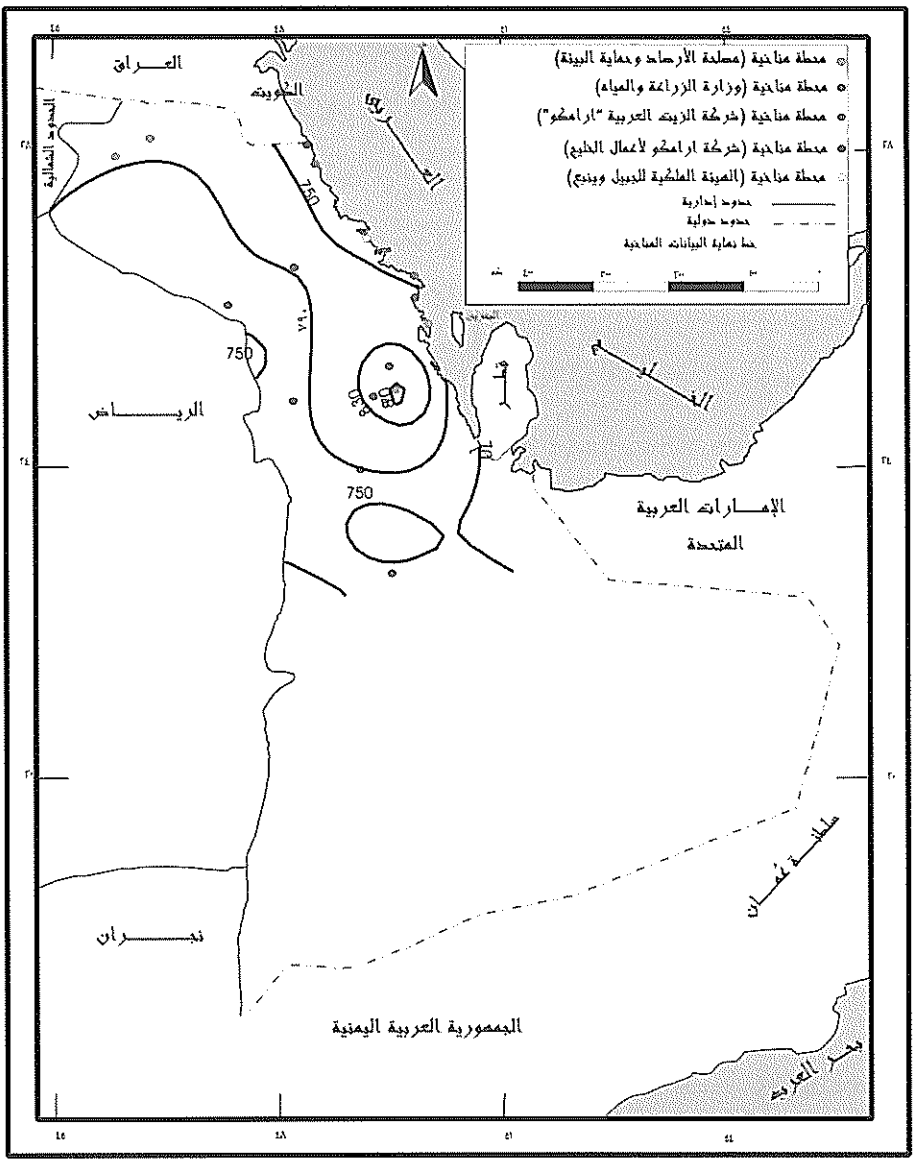
٢- أن العتبات الحرارية المختارة توضح أن حاجة القطاعات من التبريد متشابهة تقريباً مع زيادة ملحوظة في حاجة القطاع الأوسط خاصة في محطة الإحساء التي ترتفع حاجتها للتبريد مقارنة ببقية محطات الدراسة وربما يعلل ذلك انخفاض سطحها ووقوعها في مهب الرياح التجارية الجنوبية الحارة خلال الصيف.

٣- أن مقادير الطاقة المطلوبة للتبريد تفوق كثيراً تلك المقادير المطلوبة للتدفئة حيث ترتفع معدلات "درجة حرارة أيام "في الصيف عنها في الشتاء.

٤- أن مقادير الطاقة المطلوبة للتبريد تفوق كثيراً تلك المقادير المطلوبة للتدفئة.

٥- أن أنموذج ثوم بالرغم من نجاحه في حساب درجات الحرارة المتجمعة داخل المنازل إلا أن طبيعة المنطقة وتأثرها بالكتل الهوائية وتأثير الرياح يستوجب استخدام أنموذج لتعديل نتائجه إذا استخدم لحساب "درجة حرارة أيام "في العراء وتحت تأثير الرياح (wind chill) مثل أنموذج(Dare 1981).

شكل رقم (٣) درجة حرارة أيام للتبريد (فهـ) (يوليو)



رابعاً :- العلاقة بين "درجة حرارة أيام "واستهلاك الطاقة الكهربائية

هناك وضوح في العلاقة بين التجمعات الحرارية واستهلاك الطاقة كون بيانات شركة الكهرباء تأخذ بعين الاعتبار الأتي :

١. مجموع الاستهلاك الشهري للكهرباء.

٢. عدد المنازل المستهلكة للخدمة في الشهر.

٣. مجموع الإيرادات الشهرية لشركة الكهرباء.

٤. متوسط نصيب الفرد من الطاقة الكهربائية في المنزل خلال الشهر.

كل الاعتبارات السابقة تجعل حساب العلاقة بين "درجة حرارة أيام "وكمية الطاقة الكهربائية المستهلكة أكثر فاعلية من حساب علاقتها بباقي أنماط الطاقة المستخدمة بغرض التدفئة والتبريد.

كما أن الدراسة أوضحت أن أنموذج ثوم يتناغم جيداً في تقلبات الحرارة مع الطلب علي الطاقة إلا أن الأمر لا يخلو من بعض الصعوبات التي قد تعترض الباحث في إيجاد العلاقة بين نتائج الأنموذج وبيانات استهلاك الطاقة الفعلية. وتتجلى الصعوبات في الأتي :

١. يجد الباحث صعوبة في مقارنة التجمعات (بالدرجة) ومجموع استهلاك الطاقة (بالوحدة)الكهربائية ويحتاج الربط بينهما من حيث المجاميع لإجراء تحويلات رياضية تساوي بين قيمتيهما.

٢. أن شركات الكهرباء لا يمكنها التميز في بياناتها بين الكميات الفعلية التي استخدمت بغرض التدفئة والتبريد وبين كميات الطاقة التي استخدمت في ذات الوقت لأغراض أخري مما يجعل نتائج الأنموذج عاجزة عن التنبوء بالكميات الحقيقية المستخدمة لهذا الغرض.

ومن تحليل نتائج الأنموذج ومقارنته بحجم الطاقة المستهلكة طبقاً للبيانات الإحصائية الصادرة عن شركة الكهرباء بالمنطقة الشرقية يلاحظ عموما أن معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية في المنطقة يزداد مسارها سنوياً وهذا يتناسب مع الزيادة الملحوظة في المسار السنوي لدرجة الحرارة التي تعزى إلى زيادة كثافة استغلال الأرض بالاستخدامات البشرية المختلفة التي تزيد من نسبة ثاني أكسيد الكربون والغازات التي ترفع من درجة الحرارة. شكل رقم (٤و٥و٦).

كما يتضح من الشكل رقم (٧) أن أكثر الشهور استهلاكاً للطاقة الكهربائية هي شهور الصيف الحقيقية يوليو وأغسطس وتستحوذ على ١١٪ من الطاقة لكليهما وبنسبة ١٠٪ لكل من يونيو وسبتمبر بينما يستحوذ مايو وأكتوبر على٩٪ من الطاقة يليها أبريل بنسبة ٨٪ ، وهذا يتناغم مع نتائج ثوم في حسابه للتجمعات الحرارية.

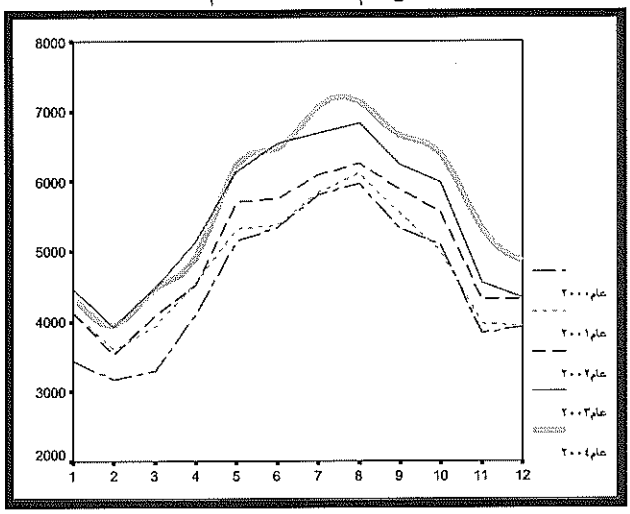
كما يتضح من الشكل أن نسبة الطلب على الطاقة الكهربائية في الشتاء تقل نوعاً فتصل إلى ٦٪ في يناير وفبراير ومارس و٧ ٪ في كل من ديسمبر ونوفمبر.

ومن خلال دراسة الطلب على الطاقة أتضح أن مدينة الجبيل تأتي في المقدمة ، يعلل ذلك كونها مدينة صناعية من الدرجة الأولى وبالنظر في الملحق رقم (٥،٤) والشكل رقم (٨) يتضح أن "درجة حرارة أيام "في محطة الجبيل تتناغم في تجمعاتها مع كمية الطلب عل الطاقة ويقابل كل زيادة (١٠°ف)، على العتبة الحرارية زيادة الطلب بمقدار (١٠٠جيجا وات في الساعة) (تقريبا ١٠٠ مليار كيلو وواط / الساعة).

شكل رقم (٤)

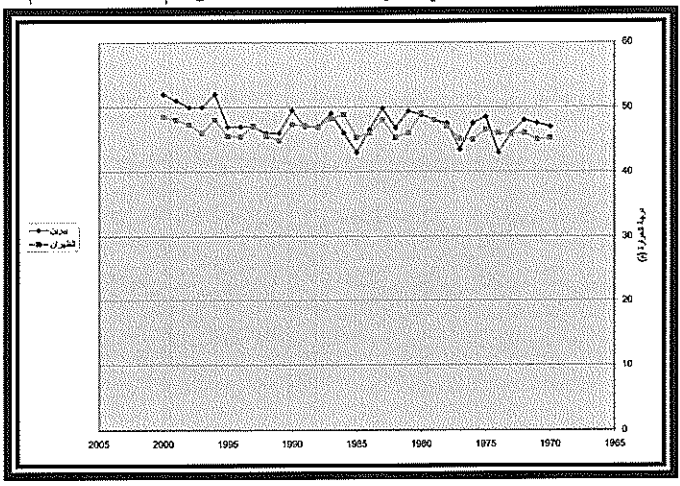
كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة في محطات المنطقة الشرقية جيجا /وواط / الساعة

من عام ٢٠٠٠- ٢٠٠٤م



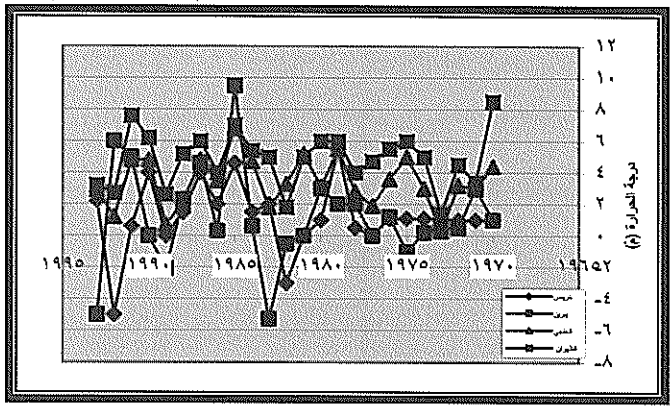
شكل رقم (٥)

مسار درجات الحرارة العظمى في بعض محطات منطقة الدراسة من عام ١٩٩٥- ٢٠٠٥م



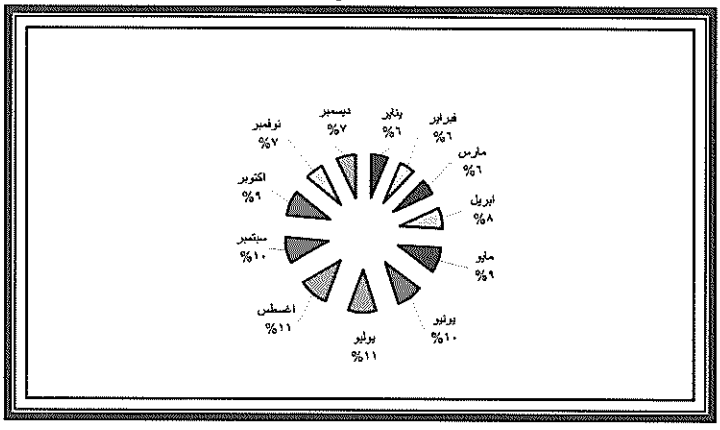
شكل رقم (٦)

مسار درجات الحرارة الصغرى لبعض محطات الدراسة للأعوام (١٩٧٠- ١٩٩٥م)



شكل رقم (٧)

النسب الشهرية للطاقة الكهربائية المستهلكة في المنطقة الشرقية جيجا وواط /الساعة



كما يتضح من قيم استهلاك الطاقة أن مجموع المستهلك في الصيف هو ضعف المستهلك خلال الشتاء حيث تبلغ كمية المستهلك خلال الشتاء (١٤,٩٧٢,٧٥ جيجا وواط / الساعة)عند تجمعات حرارية بلغت (°٥,٢٣٢,٥ف) بنسبة ١٨٪

خلال الأعوام المحصورة بين عام (٢٠٠٠- ٢٠٠٤م)، أسفل العتبة الحرارية (٧٠ف)، في حين بلغت قيمة المستهلك من الطاقة خلال الصيف (٢١,١٥٨,٠٠جيجا وواط / الساعة)، بن عند بلوغ التجمعات الحرارية (٢٣,١٣٣,٢٩ف)، بنسبة ٨٢٪ خلال الأعوام(٢٠٠٠- ٢٠٠٤م)، وبذلك تزيد درجات الحرارة المتجمعة في الصيف مقارنة بالشتاء خلال سنوات الدراسة بمقدار (١٧,٩٠٠,٧٩ف)، ويزيد الطلب على الطاقة بمقدار (٦,١٨٦,٧٥جيجا وات / الساعة) مقارنة بالشتاء.

ويظهر معامل الارتباط البسيط (بيرسون) علاقة موجبة قوية بين "درجة حرارة أيام "واستهلاك الطاقة تبلغ (٠,٩٣٤) بمعامل معنوية(٠,٠٣٣)، لأعوام الدراسة الخمس من عام ٢٠٠٠- ٢٠٠٥م شكل رقم (٩)، بمعنى أن الزيادة في التجمعات الحرارية أسفل العتبات وأعلاها يتبعها زيادة في الطلب على الطاقة الكهربائية في المدينة خاصة في الفترة الحارة من السنة ويتوقع في ظل القراءات والعلاقة الارتباطية بين التجمعات الحرارية والطاقة (٠,٩٣)، أن يزيد حجم الطلب على الطاقة الكهربائية وتزيد مبيعاتها خلال السنوات العشر القادمة وهو توقع استند على أنموذج (Robert and Henry).❖

❖ استطاع روبرت وهنري (Robert and Henry 1980) . أن يبني أنموذجاً يمكنه التنبوء بأسعار مبيعات الكهرباء معتمدا على معادلة العلاقة الخطية بين درجات الحرارة المتجمعة واستهلاك الطاقة صاغها على النحو التالي :

Y(KWH/M)= 0.22288* HDDs-51.8,

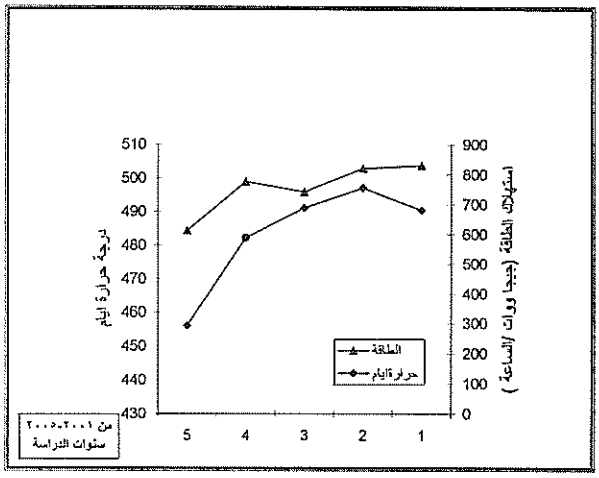
حيث أن خط انحدار العلاقة الفصلية بين "درجة حرارة أيام "والطاقة الكهربائية = Y(KWH/M)

(HDDs) = درجة الحرارة المتجمعة الفصلية

شكل رقم (٨)

التغيرات السنوية"لدرجة حرارة أيام" وتغيرات استهلاك الطاقة

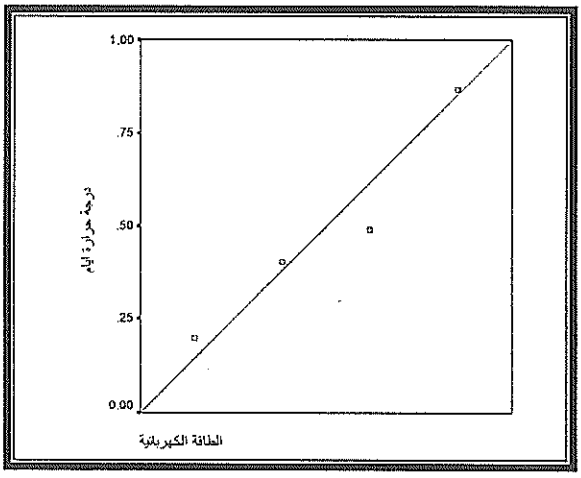
في محطة الجبيل للأعوام (٢٠٠٠- ٢٠٠٤م)



شكل رقم (٩)

العلاقة الخطية بين "درجة حرارة أيام" والطاقة الكهربائية

في مدينة الجبيل



يتضح مما سبق :-

١. أن الدراسة المطولة للطلب على الطاقة وتقلباتها يمكن أن تنجح في التنبوء بالتغيرات المناخية.

٢. إن الحرارة عنصرُ مهمُ يتحكم في تغيير حجم الطلب على الطاقة وأسعارها.

٣. أن ل"درجة حرارة أيام "أهمية في قراءة تغيرات درجات الحرارة وتقلباتها إضافة إلى إمكانية استخدام نتائجها في بناء عدد من النماذج التنبؤية لسير بعض الظواهر المرتبطة بها بشرط توفر البيانات المطولة.

ويمكن إجمال ما توصلت له الدراسة عموماً فيما يأتي :

١- يظهر أنموذج توم نتائج مقبولة في حساب "درجة حرارة أيام "داخل المنزل في منطقة الدراسة ولكن يحتاج الأنموذج لتعديل نتائجه في حال استخدامه لحساب "درجة حرارة أيام" في العراء.

٢- يظهر أنموذج ثوم قيم مقبولة لحجم الطاقة اللازمة للتدفئة والتبريد عند العتبة الحرارية (٧٠°ف) ويمكن اعتبارها عتبة جيدة للإحساس بالراحة في معظم محطات المنطقة الشرقية الخاضعة للدراسة شتاءً في حين تعتبر العتبة (٧٥°ف) هي الأنسب للتبريد صيفاً.

٣- هناك شهور تزدوج بها الحاجة للتدفئة والتبريد هي مارس ونوفمبر إلا أن الحاجة لكليهما تكون بمقادير بسيطة عند العتبة (٧٠°ف).

٤- أن مجموع "درجة حرارة أيام" للتبريد يفوق مجموعها للتدفئة وذلك يعني أن حجم الطلب على الطاقة يتضاعف صيفاً.

٥- يتوقع حسب معطيات المسار السنوي لدرجة الحرارة توالي ارتفاع درجة الحرارة المتجمعة على العتبات الحرارية وما يرتبط بها من زيادة الطلب على الطاقة.

٦- تشهد المملكة العربية السعودية نمواً حضرياً هائلاً، حيث تجاوزت نسبة السكان الحضر ٨٠٪ من جملة السكان. وتحمل القارية والتطرف المناخي بها على زيادة استهلاك الطاقة لأغراض التدفئة والتبريد. يستلزم هذا إجراء دراسات تفصيلية دقيقة لاستهلاك الطاقة لأغراض الراحة الحرارية في جميع مناطق المملكة وكيفية ترشيد استخدامها لهذا الغرض، وتعتبر هذه الدراسات من الدراسات الرائدة في هذا الجانب بأمل أن تشجع مزيد من الدراسات المماثلة في مختلف مناطق المملكة.

٧- أن الحجم المرتفع للطاقة المستهلكة صيفاً وشتاءاً يستوجب ترشيد السكان بضرورة الاقتصاد في استخدامها وإيجاد بدائل لموارد الطاقة في المنطقة مثل الطاقة الشمسية، وتوليد الطاقة بسرعة الرياح وإن كانت هذه البدائل باهظة إلا أنها طاقة نظيفة تقلل من الآثار الناتجة عن استخدام البترول في توليدها، وما يسببه من رفع نسب التلوث وارتفاع درجات الحرارة في المدن الصناعية مما يضاعف حجم الطلب على الطاقة ويستنزف مورداً غير متجدد.

٨- بالرغم أن النظر حالياً يتجه نحو استخدام الغاز لتوليد الطاقة المطلوبة كونه خياراً نظيفاً وغير ضار بالبيئة إلا أن هذا لا يفترض أن يصرف الأنظار عن مورد مهم كالطاقة الشمسية المتوفرة بسخاء في المنطقة.

٩- تدعو الدراسة إلى العمل على تصميم نماذج (أو تعديل أخرى قائمة) خاصة لحساب"درجة حرارة أيام "بغرض تقدير الطاقة اللازمة للتدفئة والتبريد بالمملكة مع اختبار نتائجها للتأكد من واقعيتها ودقتها.

١٠- يتوقع أن يؤثر حجم الطاقة المستهلك على الموازنة المالية للمنطقة ويتطلب ذلك دراسة أخري لاختبار هذه الفرضية.

١١- يمكن اعتبار اهتمام الدولة ب"درجة حرارة أيام "ونشرها من خلال النشرات اليومية وشبكات الإنترنت هي توعية في حد ذاتها لمستهلكي الطاقة وبالتالي معرفة الكميات التي يحتاجونها سواء لإحداث الراحة أو لاستهلاكها في مجالات أخرى لذا يقترح أن تتولى الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة عملية نشرها وبثها يومياً في نشرتها اليومية لأحوال الطقس على وسائل الأعلام المسموعة والمرئية لترشيد المواطنين بأهميتها وضرورة التعامل معها للتعرف على مقادير الطاقة التي يحتاجونها.

١٢- يقترح على هيئة المواصفات السعودية تحديد المواصفات المناسبة للأجهزة المستخدمة في التبريد والتدفئة بالمملكة والمراقبة الصارمة لمطابقة الأجهزة المباعة في الأسواق لهذه المواصفات بما يساعد في ترشيد استخدام الطاقة.

١٣- ينبغي أن يوضع اعتبار أكبر عند التصديق بتصاريح البناء للتصاميم والمواصفات العمرانية التي تساعد في رفع كفاءة استخدام الطاقة وتقليل الهدر.

قائمة المراجع

أولاً: المراجع العربية:

- وزارة الدفاع والطيران الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة **التقرير المناخي الشهري للسنوات المحصورة بين (١٩٧٠- ٢٠٠٣م).**
- وزارة الزراعة والمياه إدارة تنمية موارد المياه، قسم الهيدرولوجيا، **النشرة الهيدرولوجية للأعوام (١٩٧٠- ٢٠٠٣م).**
- شركة أرامكو لأعمال الخليج، قسم الأرصاد الجوي، **تقارير مناخية للسنوات (١٩٩٦- ١٩٧٠م)**، الخفجي.
- الجراش محمد العبد الله (١٩٨٩م)، **النطاقان الجغرافية لدرجتي الحرارة القصوى والدنيا في المملكة العربية السعودية، تطبيق التحليل التجميعي " طريقة وورد للتباين الأدنى"**، مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة الملك عبد العزيز، جدة المملكة العربية السعودية.
- جاوة، ناهد. محمد. عامر، (١٤١٨هـ)، **الحرارة المتجمعة وأثرها على نمو وإنتاجية محصولي القمح والذرة الرفيعة في جنوب غرب المملكة العربية السعودية**: دراسة في المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية للبنات، الرئاسة العامة لتعليم البنات، جدة.
- العباد، هدى (١٤١٩هـ)، **المناخ واستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الرياض**، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب للبنات، الرياض.
- حبيب بدرية محمد عمر (٢٠٠٤ م)، **أقاليم الراحة الفسيولوجية في المملكة العربية السعودية (تطبيق أنموذج تيرجنج المعدل)**، سلسلة

دراسات جغرافية، الجمعية الجغرافية السعودية، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، الرياض.

❖ قربة جهاد (١٤٢٠هـ)، **تردد الرياح الشمالية وتتابعها في المملكة العربية السعودية**، الجمعية الجغرافية جامعة الملك سعود، السعودية، المملكة العربية السعودية، الرياض.

❖ الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (٢٠٠٦م)، الموقع على الإنترنت: - http:// ww.ipcc.ch/meet/session20/finalreport20.

ثانياً: المراجع غير العربية:

❖ Donton M.W. Stewart, T.R,and Miller K.A. (1988), Estimating Historical Heating and Cooling Needs Per Capita Degree Days, *Journal of Applied Meteorology*: Vol. 27, No. 1, pp. 84–90.

❖ Dare, M.p. (1981), A Study of the Severity of the Midwestern Winters of 977, and 978, Using Heating Degree Days Determined from Both Measured and Wind Chill Temperatures, *Bulletin of American Meteorological Society.Vol .62,No.7,pp.974-974.*

❖ Gregory P. B. (1985), An Adjustment for the Effects of Observation Time on Mean Temperature and Degree-Day Computations, *Journal of Applied Meteorology: Vol. 24, No. 8, pp. 869–874.*

❖ Mikdat Kadioglu, and Z. en. (1999), Degree-Day Formulations and Application in Turkey, *Journal of Applied Meteorology, Vol. 38, No. 6, pp. 837–846.*

- Richard L. Lehman, (1987), Probability Distributions of Monthly Degree Day Variables at U.S. Stations. Part I: Estimating the Mean Value and Variance from Temperature Data, *Journal of Applied Meteorology, Vol. 26, No. 3, pp. 329–340.*
- Richard, L. Lehman, (1994), Projecting Monthly Natural Gas Sales for Space Heating Using a Monthly Updated Model and Degree –days from Monthly Outlooks, *Journal of Applied Meteorology, Vol. 33, No. 1, pp. 96–106.*
- -Robert, G. Q. and Henry, F. D. (1980), Heating Degree Day Data Applied to Residential Heating Energy Consumption, *Journal of Applied Meteorology*: Vol. 19, No. 3, pp. 241–246.
- -Richard, L. Lehman. (1984), Errors in Estimating Monthly Degree Day Normal by the Fast Method, *Bulletin of the American Meteorological Society*: Vol. 65, No. 1, pp. 20–23.
- Thom. H. C. S. (1952), Seasonal Degree-Day Statistics For The united States, *Monthly Weather Review*: *Vol. 80, No. 9, pp. 143–147*
- Thom, H. C. S. (1954), The Rational Relationship between Heating Degree Days and Temperature, *monthly weather Review Vol 82, N .1,pp1-6 .*
- Thom, H. C.S.(1954), "Normal Degree Days Below Any Base". Monthly Weather Review Volume 82 Number 5. pp. 111-115.
- Thomas, R. K. and Frank, T. Q. 1984, Contemporaneous Relationships between Global Radiation and Heating Degree Days during Sever Winters in the United States ,*Journal Of Applied Meteorology: Vol 23,No.3,pp.404-415.*
- TOPIL, A. G. (1937), Degree-Day Normals Over The United States. *Monthly Weather Review*: *Vol. 65, No. 7, pp. 266–268.*

ملحق رقم (١) ما يقابل الدالة (h) من (J)

h	J	h	J	h	J	h	J
-0,70	0,70	-0.32	0.39	6٠	0.17	0.42	5٠
-.69	.70	-.31	.38	.06	.17	.43	.05
-.68	.69	-.30	.38	.07	.16	.44	.04
-.67	.68	-.29	.37	.08	.16	.45	.04
-.66	.67	-.28	.36	.09	.15	.46	.04
-.65	.66	-.27	.36	.10	.15	.47	.04
-.64	.65	-.26	.35	.11	.14	.48	.04
-.63	.64	-.25	.34	.12	.14	.49	.03
-.62	.63	-.24	.34	.13	.13	.50	.03
-.61	.62	-.23	.33	.14	.13	.51	.03
-.60	.61	-.22	.32	.15	.13	.52	.03
-.59	.60	-.21	.32	.16	.12	.53	.03
-.58	.59	-.20	.31	.17	.12	.54	.03
-.57	.58	-.19	.30	.18	.11	.55	.03
-.56	.58	-.18	.30	.19	.11	.56	.02
-.55	.57	-.17	.29	.20	.11	.57	.02
-.54	.56	-.16	.29	.21	.10	.58	.02
-.53	.55	-.15	.28	.22	.10	.59	.02
-.52	.54	-.14	.27	.23	.10	.60	.02
-.51	.53	-.13	.27	.24	.09	.61	.02
-.49	.53	-.12	.26	.25	.09	.62	.02
-.48	.52	-.11	.25	.26	.09	.63	.02
-.47	.50	-.10	.25	.27	.08	.64	.02
-.46	.50	-.09	.24	.28	.08	.65	.01
-.45	.49	-.08	.24	.29	.08	.66	.01
-.44	.48	-.07	.23	.30	.07	.67	.01
-.43	.47	-.06	.23	.31	.07	.68	.01
-.42	.47	-.05	.22	.32	.07	.69	.01
-.41	.46	-.04	.22	.33	.07	.70	.01
-.40	.45	-.03	.21	.34	.06	.71	.01
-.39	.44	-.02	.20	.35	.06	.72	.01
-.38	.44	-.01	.20	.36	06	.73	.01

تابع ملحق رقم (١) ما يقابل الدالة (h) من (J)

-.37	.43	.00	.19	.37	.06	.74	.01
-.36	.42	.01	.19	.38	.05	.75	.01
-.35	.41	.02	.18	.39	.05		.01
-.34	.41	.03	.18	.40	.05	.77	.01
-.33	.40	.04	.17	.41	.05	.78	.00

إذا كانت (h) أكبر من٠,٧٨ فإن (j) = صفر

أما إذا كانت (h) أصغر من - ٠,٧٠ فان (j) = - (h)

-Thom. H. C. S (1954), The Rational Relationship between Heating Degree Days and Temperature, *monthly weather Review Vol 82, N .1,pp1-6* .

ملحق رقم (٢)

معدلات درجات الحرارة الصغرى والعظمى في محطات المنطقة الشرقية(الشتاء)

(١٩٥٨- ٢٠٠٣م)

الشهر	ديسمبر				يناير				فبراير				الشتاء			
المحطة	الصغرى		العظمى		الصغرى		العظمى		الصغرى		العظمى		الصغرى		العظمى	
	م	ف	م	ف	م	ف	م	ف	م	ف	م	ف	م	ف	م	ف
الخفجي	٤٥	٤٠١	٢٥٧	٧٨٦	٣٨	٣٨٨	٢٢٨	٧٤٠	٤٧	٤٠٣	٢٥٢	٧٧٤	٤٣	٣٩٧	٢٤٦	٧٤٣
حفر الباطن	١١	٣٣٩	٢٧٤	٨١٣	٠	٣٢	٢٥٦	٧٨١	١٥	٣٤٧	٢٨٥	٨٣٣	٠٩	٣٣٦	٢٧٢	٨٠٩
الصرار	٢٣	٣٦١	٢٧٠	٨٠٦	٠٧	٣٣٣	٢٦٤	٧٩٥	٢٧	٣٦٩	٣٠٨	٨٧٤	١٩	٣٥٤	٢٨١	٨٢٦
الظهران	٦٦	٤٣٩	٢٧٩	٨٢٢	٥٣	٤١٥	٢٥٥	٧٧٩	٦٢	٤٣١	٢٨٤	٨٣١	٦٠	٤٢٩	٢٧٢	٨٠٩
الاحساء	٤٦	٤٠٣	٣٠	٨٦	٣١	٣٧٦	٢٨٤	٨٣١	٤٧	٤٠٥	٣٢٢	٨٩٩	٤١	٣٩٤	٣٠٢	٨٦٤
خريص	٢٣	٣٦١٤	٢٨١	٨٢٦	١٦	٣٤٩	٢٧٢	٨٠٩	٣١	٣٧٦	٣٠٧	٨٧٣	٢٣	٣٦١	٢٨٧	٨٣٧
بريمن	٣٥	٣٩٠٢	٢٩٠	٨٤٢	١٥	٣٤٧	٢٨٨	٨٣٨	٣٤	٣٨١	٣٣٢	٩١٨	٢٨	٣٧٠	٣٠٣	٨٦٥

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على :

- وزارة الدفاع والطيران الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة التقرير المناخي الشهري للسنوات المحصورة بين (٧٠- ٢٠٠٣). - وزارة الزراعة والمياه إدارة تنمية موارد المياه ،قسم الهيدرولوجيا ، النشرة الهيدرولوجية للأعوام المحصورة بين (٧٠- ٢٠٠٣). - شركة أرامكو لأعمال الخليج ، قسم الأرصاد الجوي تقارير مناخية للسنوات المحصورة ما بين عامي (٧٠- ١٩٩٦).

ملحق رقم (٣)

معدلات درجات الحرارة الصغرى والعظمى في محطات المنطقة الشرقية(الصيف)

(١٩٥٨ - ٢٠٠٣)

الشهر	يونيو				يوليو				أغسطس				الصيف			
المحطة	الصغرى		العظمى		الصغرى		العظمى		الصغرى		العظمى		الصغرى		العظمى	
	م	ف	م	ف	م	ف	م	ف	م	ف	م	ف	م	ف	م	ف
الخفجي	٢٤.٥	٧٦.١	٤٤.٨	١١٢.٦	٢٦.٤	٧٩.٥٢	٤٦.١	١١٤.٩٨	٢٥.٣	٧٧.٣	٤٥.٤	١١٣.٧٢	٢٥.٤	٧٧.٧٢	٤٥.٤٣	١١٣.٧٧
حفر الباطن	٢١.٧	٧١.٠١	٤٧.٠	١١٦.٦	٢٣.٦	٧٤.٤٨	٤٦.٣	١١٥.٣٤	٢٣.٥	٧٤.٣	٤٦.٧	١١٦.٠٦	٢٢.٩٣	٧٣.٢٧	٤٦.٦٦	١١٥.٩٨
الصرار	٢٠.٧	٦٩.٢٦	٤٧.٠	١١٦.٦	٢٢.٥	٧٢.٥	٤٧.٥	١١٧.٥	٢٢.٣	٧٢.١٤	٤٦.٩	١١٦.٤٢	٢١.٨٣	٧١.٢٩	٤٧.١٣	١١٦.٨٣
الظهران	٢٣.١	٧٣.٥٨	٤٦.٠	١١٤.٨	٢٥.٢	٧٧.٣٦	٤٦.٦	١١٥.٨٨	٢٤.٧	٧٦.٤٦	٤٦.٠	١١٤.٨	٢٤.٣٣	٧٥.٧٩	٤٦.٢٠	١١٥.١٦
الاحساء	٢٣.٠	٧٣.٤	٤٧.٣	١١٧.١	٢٥.٢	٧٧.٣١	٤٧.٨	١١٨.٠٤	٢٤.٨	٧٦.٦٤	٤٧.٦	١١٧.٦٨	٢٤.٢٣	٧٥.٧٩	٤٧.٥٦	١١٧.٦٠
خريص	٢١.٢	٧٠.١٦	٤٤.٧	١١٢.٤٦	٢٢.٤	٧٢.٣٢	٤٥.٤	١١٣.٧٢	٢٢.٨	٧٣.٠٤	٤٤.٩	١١٢.٨٢	٢٢.١٣	٧١.٨٣	٤٥.٠٠	١١٣
بيرين	٢١.٥	٧٠.٧	٤٧.٤	١١٧.٣٢	٢٣.١	٧٣.٥٨	٤٧.٨	١١٨.٠٤	٢٢.٥	٧٢.٥	٤٧.٣	١١٧.١٤	٢٢.٣٧	٧٢.٢٦	٤٧.٥٠	١١٧.٥

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على :

وزارة الدفاع والطيران الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة التقرير المناخي الشهري للسنوات المحصورة بين (٧٠- ٢٠٠٣م). - وزارة الزراعة والمياه إدارة تنمية موارد المياه ،قسم الهيدرولوجيا ، النشرة الهيدرولوجية للاعوام المحصورة بين (٧٠- ٢٠٠٣م). - شركة أرامكو لأعمال الخليج ، قسم الأرصاد الجوي تقارير مناخية للسنوات المحصورة مابين عامي (٧٠- ١٩٩٦م) الخفجي .

ملحق رقم (٤)

"درجة حرارة أيام "للتدفئة (نموذج ثوم) وكمية الطاقة الكهربائية المستهلكة (الجبيل)

العام / الشهر	٢٠٠٠		٢٠٠١		٢٠٠٢		٢٠٠٣		٢٠٠٤	
الوحدة	درجة أيام للتدفئة	الطاقة	درجة أيام للتدفئة	الطاقة	درجة أيام للتدفئة	الطاقة	درجة أيام للتدفئة	الطاقة	درجة أيام للتدفئة	الطاقة
يناير	٣٢٨.٢٩	٩٢٣	٣٤٩.٦٠	٧٨٤	٣٧٠.٨٥	٨٤٤	٣١٨.٤٣	٧٥١	١٥٩.٢٩	٧٢٠
فبراير	٣٢٨.٦٢	٧٥٧	٢٦٣.٢٠	٧٢٣	٢٨٥.٢٦	٦٩٢	٢١٦.٠٤	٧٤٢	٢٧٧.٠٦	٦١٠
مارس	٢٤٨.٨	٨٣٨	٨٨٦.٦٣	٨٥٠	١٥٤.٧٩	٧٤٨	١٧٩.٧٤	٧٧٥	١٣٤.٧٨	٦٨٧
نوفمبر	١٥٣.٧٢	٧٢٨	١٨٤.٠٥	٧٥٧	١٨٣.٤٢	٨١٠	٢١٦.٥٨	٧٣٧	بيانات مفقودة	٥٥٩
ديسمبر	٣٠١.٩٩	٧٥٧	٢٣٥.٥٨	٨٣١	٣١٤.٢٠	٧٢٨	١٤٥.٠٨	٧٤٥	٣٨٨.٦٠	٦٢٣

ملحق رقم (٥)

"درجة حرارة أيام "للتبريد (نموذج ثوم) وكمية الطاقة الكهربائية المستهلكة (الجبيل)

العام / الشهر	٢٠٠٠		٢٠٠١		٢٠٠٢		٢٠٠٣		٢٠٠٤	
الوحدة	درجة أيام للتبريد	الطاقة	درجة أيام للتبريد	الطاقة	درجة أيام للتبريد	الطاقة	درجة أيام للتبريد	الطاقة	درجة أيام للتبريد	الطاقة
أبريل	٤١٢.٩٨	٨٥٦	٥٢٨.٤٥	٨١٥	٣٣٢.٣٨	٦٦٩	٣٤٩.٤٠	٧٩١	٢٧٥ ١٩	٦٩١
مايو	٦٠٩.٦٠	٨٦٨	٦٦٩.٦٠	٨١٨	٦١٠.٦١	٧٢٢	٥٩٧.٤٤	٨١١	بيانات مفقودة	٦٤٠
يونيو	٧٥٥.٤٠	٨٨٢	٧٨٩.٦٠	٨٥٤	٧٤٥.١١	٧٠٣	٨٠٧.١١	٧٨٩	٧٣٩.٨٠	٥٧٧
يوليو	٨٩٥.٨٠	٨٨١	٨٩٥.٥٠	٨٨٢	٨٨٦.٨٨	٦٧٩	٨٥٩.٤٢	٨٣٣	٨٤٠	٥٨٦
أغسطس	٨٤٧.٢٠	٨٣٧	٧٨٣.٩٠	٨٧٠	٨١٩.٣٢	٧٤٥	٨٣٣.٦٢	٨٠٩	٧٩٦.٨٠	٢٥٦
سبتمبر	٦٢٥.٨٠	٨٠٩	٦٨٤.٠٠	٨٣٩	٦٤٧.٨٤	٧٢٣	٦٢٩.٠٨	٧٧٣	٥٨٤.٤٠	٥٧١
أكتوبر	٣٧٨.٣٠	٨٣٤	٤٥٧.٢٠	٨٢٨	٤٦٦.٦٠	٨٣٤	٤٤٩.٧٧	٧٦٠	٣٩٠	٥٥٠

جيجا وواط في الساعة = ١مليار كيلوواط في الساعة

الكيلوواط في الساعة = ٨٦٠ كيلو كالوري في الساعة

الكالوري = ٢٥١ز٩٩٦ بي يو تي (but)

بي يو تي (but) = ٣.٤١٣ كيلو وواط في الساعة .

عزيـــــــــزي

الباحث وصاحب العمل والمؤسسة

تتيح لك الجمعية الجغرافية السعودية

فرصة التعريف بإنتاجك العلمي

وأجهزتك ومؤسستك وبرامجك التي

يمكن أن تخدم الجغرافيين والجغرافيا .

أسعـار الإعلانات

صفحة كاملة بمبلغ ١٠٠٠ ريال سعودي

نصف صفحة بمبلغ ٥٠٠ ريال سعودي

ربع صفحة ٢٥٠ ريال سعودي

آخر إصدارات سلسلة بحوث جغرافية

٥٠- العلاقة بين كميات الأمطار وارتفاع الماء الجوفي في حوض وادي تحيرقة بالمملكة العربية السعودية.	د. محمد بن عبد الله محمد الصباغ.
٥١- الصناعات الصغيرة في المملكة العربية السعودية.	د. عبد الله بن حمد الصانع.
٥٢- أوجه التشابه والاختلاف وآفاق التكامل التقني والمنهجي بين المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد.	د. ظافر بن علي القرني.
٥٣- الخصائص المورفومترية لحوضي وادي عركان ووادي بيش بالمملكة العربية السعودية: دراسة تطبيقية مقارنة.	د. محمد بن فضيل بورويه.
٥٤- التباين الإقليمي لتطور الصناعات الغذائية في المملكة العربية السعودية (١٣٧٣-١٤١٧هـ): تحليل جغرافي	د. عبد العزيز بن إبراهيم الحرة.
٥٥- التوزيع الجغرافي للخدمات الصحية بمحافظة مكة المكرمة.	د. رمزي بن أحمد الزهراني.
٥٦- التركيب المحصولي الأمثل وأهميته على التوطن الزراعي بمحافظة مكة المكرمة.	د. عبد المحسن بن راجح الشريف.
٥٧- محاكاة أثر تراكم أخطاء الخرائط الطبوغرافية بمقياس ١: ٥٠,٠٠٠ على التحليل في نظم المعلومات الجغرافية.	د. علي بن معاضه الغامدي.
٥٨- نظم المعلومات الجغرافية والتفصيل الموضوعي لخرائط المتغيرات الإيكولوجية الزراعية والرعوية في المملكة العربية السعودية.	د. بدر الدين بن طه عثمان.
٥٩- أهمية شبكات الطرق في التنمية السياحية لشاطئ العقير بالمنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية.	د. نجاح بنت مقبل القرعاوي.
٦٠- معايير التنمية الاقتصادية في المملكة العربية السعودية: دراسة جغرافية مقارنة	د. فريال بنت محمد الفاجري.
٦١- دراسة تحليلية لصور الرادار الروسي (ألماز) المأخوذة لمدينة الرياض	أ.د. عبد الله بن الصادق علي
٦٢- مساهمة الإناث السعوديات في قوة العمل	د. حورية بنت صالح الدوسري
٦٣- الرياح السائدة المصاحبة للأمطار على منطقة أبها في المملكة العربية السعودية	أ.د جهاد بن محمد قربة
٦٤- أثر الجفاف على توزيع الغطاء النباتي في حوض قرى العرضة (أحد روافد وادي الطوقي) منطقة الرياض	د.عساف بن علي الحوامي
٦٥- فاعلية مؤشرات عدم الاستقرار الجوي الرياضية المعمول بها في وسط المملكة العربية السعودية	د. فهد بن عبد الله الكليبي
٦٦- البطالة في المملكة العربية السعودية : أبعادها المكانية وملامحها الديموغرافية والاجتماعية	د. فهد بن محمد عبد الله الكليبي
٦٧- آراء السياح في منطقة عسير تجاه استخدام الخرائط السياحية : دراسة استطلاعية في محافظتي أبها والنماص	د. محمد بن عوض العمري
٦٨- استخدام المواقف المتعددة الأدوار في وسط مدينة الرياض	د. عامر بن ناصر المطير
٦٩- النظرة الجغرافية في تخطيط المدينة الصحراوية	د. عبد الله بن سعد الخالدي
٧٠- أهم خصائص رحلتي العمل والتعليم لمنسوبي جامعة الملك سعود بمدينة الرياض	د. صالح بن عبد العزيز الفوزان
٧١- استخدام صور الاستشعار عن بعد الرقمية عالية الوضوح المكاني لتحديد امتداد فيضانات السيول في سهل الخرج	د. فرحان بن حسين الجعيدي
٧٢- مستوى المحافظة على نظافة خزانات المياه المنزلية في مدينة الرياض وأثر خصائص السكان فيها	د. نوره بنت عبد العزيز آل الشيخ
٧٣- تقدير الصبيب اليومي الأقصى للسيول بحوض وادي الكبير الرمال (الذل الشرقي الجزائري) .	د. محمد بن فضيل بورويه
٧٤- التحليل الجغرافي المقارن للمخطط التوجيهي الأول لمدينة الرياض (مخطط دوكسيادس).	د. عبد الله بن سعد الخالدي
٧٥- التوافق المكاني بين الإستراحات واتجاهات النمو العمراني في مدن القصيم	د. مساعد بن عبد الرحمن الحديثي
٧٦- جيمورفوجية ساحل العقير وإمكانية تنميته سياحياً بين رأس القُرَيّة شمالاً وخشم أم حويض جنوباً (شرق السعودية)	د. عاطف بن محتمد عبد الحميد
٧٧- تقدير الاحتياجات المائية الشهرية للمحصول المرجعي في الأحساء	د. ناصر بن عبدالعزيز السعران
٧٨- المواقع الصناعية في مدينة الدمام بالمنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية	د. شريفة بنت معيض القحطاني
٧٩- التصنيفات المناخية للطرق البرية وتطبيقاتها في المملكة العربية السعودية	د. سعد بن ناصر الحسين

أسعار البيع:
سعر النسخة الواحدة للأعضاء : ١٥ ريالات سعودية.
سعر النسخة الواحدة للمؤسسات : ٢٠ ريالاً سعودياً .
تضاف إلى هذه الأسعار أجرة البريد .

Price Listing Per Copy :
Individuals: 15 S.R.
Institutions: 20 S.R.
Handing & Mailing Charges are Added on the Above Listting

عزيزي عضو الجمعية الجغرافية السعودية

هل غيرت عنوانك؟ فضلاً أملأ الاستمارة المرفقة وأرسلها على عنوان الجمعية

الاسم.....

العنوان: .....

ص ب: ..... المدينة والرمز

البريدي: .....

البلد: .....

الاتصالات الهاتفية:

عمل: ..... منزل: .....

جوال: ..... بيجر: .....

بريد إليكتروني: .....

ترسل على العنوان التالي:

الجمعية الجغرافية السعودية

ص ب ٢٤٥٦ الرياض ١١٤٥١

المملكة العربية السعودية

هاتف: ٤٦٧٨٧٩٨ ١ ٩٦٦ + فاكس: ٤٦٧٧٧٣٢ ١ ٩٦٦+

بريد إليكتروني: sgs@ksu.edu.sa

كما يمكنكم زيارة موقع الجمعية على الإنترنت على العنوان التالي:

www.saudigs.org

Heating and Cooling Degree Day below Any Base in East Area of Saudi Arabia and the Relation ship between Degree Day and Energy Consumptions

Dr. Badriah Mohammad Omar Habib

The Heating-Cooling Degree Day is one of the Important Standardize to Study the Temperature and Climatic Change and Energy Consumption.

In This Study we Use TOM Degree Day Modeling With Some Slight Modifications in The East Of Saudi Arabia and Study The Relation ship Between Degree Day and Electric Consumptions The Results Of Study Shown :-

- The Best Base Effective Temperature in The Area is (70° F) in The Winter and (75°F) in summer.
- TOM Model need Some Slight Modifications When Use it in Arid Zone.
- Degree Day Can be good Estimate for Energy Requirement and Temperature- Climatic Change.
- By along data Of Degree Day We Can Quantify Measurement Electrical, Fuel, Oil Consumption.

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.
Abdulah H. Al-Solai	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
Ali M. Alareshi	Prof.	Member.
Meraj N. Mirza	Assis. Prof.	Member
Mohammed A. Al-Rashed	Mr.	Member.

RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY

PERIODICAL REFEREED PAPERS PUBLISHED BY SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY

80

Heating and Cooling Degree Day below Any Base in East Area of Saudi Arabia and the Relationship between Degree Day and Energy Consumptions (Study in Applied Climatology)

Dr. Badriah Mohammad Omar Habib

King Saud University - Riyadh
Kingdom of Saudi Arabia
1427 A.H. - 2006 A.D.