التقلب بالطقس والطلب في الطاقة دراسة تطبيقية لدرجات الحرارة اليومية في العاصمة العراقية بغداد

أ.م.د. ميثم ربيع الحسناوي
كلية الادارة والاقتصاد / جامعة كربلاء

الملخص

لقد اصبح التغير المناخي واحدا" من اقوى الخطب والاحاديث في العالم. فالارتفاع في درجات الحرارة والذي يعزى الى المستويات المتصاعدة من اوكسيدات الكربون افضى وسيفضي الى توليفة متزايدة التنوع من التأثيرات السلبية مناخيا" واقتصاديا" واجتماعيا" وسياسيا" وبيولوجيا". اذ ان قرابة تريليونا دولار من الاقتصاد الامريكي حساس للطقس وينطبق ذات الحال في الاقتصاد البريطاني اذ يشير مكتب الارصاد الجوية البريطاني الى ان (70%) من الشركات البريطانية تتأثر بالطقس. ويكفي ان تصفح اية صحيفة مالية متخصصة يكشف عن طول قائمة الشركات التي تلقي بلائمة خسائرها في الطقس.

ان لظروف الطقس المتقلبة تأثيراً بالغاً في كميات (وكذلك اسعار) الطاقة المطلوبة، واقتران هذا مع القدر الكبير من اللاتاكد حول ظروف السوق المستقبلية يلقي بظلاله الثقيلة في مستخدمي الطاقة ومجهزيها في حد سواء. لذا يسعى هذا البحث لبيان خصائص درجات الحرارة في العراق (ممثلا" بمدينة بغداد العاصمة) ومعرفة اثر ذلك في الطلب في الطاقة (ممثلا" باستهلاك النفط الخام) فيها.

واستند البحث لعدد من الفرضيات من بينها ان لدرجات الحرارة نزعة للارتداد للمتوسط وانها تميل للانخفاض صيفا" والارتفاع شتاء مايعني ان هناك نزعة محتملة نحو الانخفاض في الحاجة للتبريد والتدفئة من ثم للطلب في الطاقة في المستقبل.

وبالاستعانة بمجموعة من الاساليب الرياضية والاحصائية والمالية تم اختبار الفرضيات والتوصل لعدد من الاستنتاجات عارضت جميعها صحة فرضيات البحث كما تم التوصل لعدد من التوصيات من اهمها الاتي:

1. ضرورة استعانة العراق بأسواق الطقس الدولية لمواجهة تهديدات وتحديات مخاطرة التقلب بالطقس وتحويط أثارها السلبية في الطلب في منتجات الطاقة المختلفة. فإلى جانب الحلول التقليدية لإدارة المخاطرة، فان مشتقات الطقس يمكنها الان حماية ايرادات الطاقة من الانخفاضات المتوقعة بالطلب. وغني عن البيان ان قابلية التنبؤ واستقرار التدفقات النقدية لهما اهمية بالغة لقطاع الطاقة. ولان تحويط الطقس يمكن ان يحقق الاستقرار بالإيرادات فانه بالإمكان اقامة مشاريع الطاقة المتجددة بمساهمة القطاع الخاص وذلك لأنه يمكنها من تحقيق نتائج مستقرة ومتنبأ بها يثمنها المستثمرون والمقرضون من القطاع الخاص، وكل ذلك يسهم في دعم وتعزيز الطاقة في العراق وتنويع مصادر ايرادات الموازنة العامة وتفعيل نشاط القطاع الخاص.
2. ان التباين في الحاجة للتدفئة والتبريد في العراق ونزعتها للانخفاض في المستوى الشهري والموسمي والسنوي يؤكد من جانب في النزعة المحتملة لانخفاض الطلب في الطاقة بالمستقبل في العراق ويلفت النظر من جانب اخر الى ان الطلب العالمي في الطاقة من المحتمل ان ينخفض هو الاخر بسبب التقلب بالطقس لذا ينبغي في راسم السياسة الاقتصادية ادخال عامل الطقس المهم للغاية في معادلة تقدير الطلب المتوقع في النفط الخام العراقي في السنوات القادمة لما لذلك من تأثير مباشر في ايرادات النفط المتوقعة لاسيما وان اقتصاد العراق وموازنته تعتمد بالمطلق في هذه الايرادات.

Abstract

It has become climate change as one of the most powerful speeches and conversations in the world. The rise in temperatures ascribed to the rising levels of carbon oxides has led and will lead to increasing diversified combination of negative effects, economically, socially, politically, and biology. As much as $2 trillions dollar of the U.S. economy is weather sensitive and same case applies to the British economy as the UK Meteorological Office indicates that as many as (70%) of UK firms are affected by the weather. Browsing any specialized financial newspaper is sufficed to uncover a long list of companies blaming their losses on the weather.

The volatile weather conditions impact on the quantities (as well as prices) of energy required, combined this with a lot of uncertainty about future market conditions cast a heavy shadow on energy users and producers alike. Therefore, this research seeks to demonstrate the characteristics of temperatures in Iraq (represented by Baghdad, the capital) and see its effect on the demand for energy (represented by the consumption of crude oil).

This research based on number of hypothesis, including that the temperature has a tendency of average reverting and they tend to fall in the summer and the rise in winter, and this means that there is a tendency for a potential downward in the need for cooling and heating, and thus in the demand for energy in the future.

By using a set of mathematical, statistical and financial methods, this research has reached to number of conclusions, all rejected the research's hypotheses and it has reached also to number of recommendations including the following:

1. Iraq should use the weather international markets to deal with the threats and challenges of weather volatility risk and hedge their negative effects on the demand for various energy products. Along with traditional risk management solutions, weather derivatives can now protect energy revenues from anticipated drops in demand. Needless to say, predictability and stability of cash flows are of crucial importance for energy sector. Because weather hedging can stabilize revenues, it is possible to set up renewable energy projects with the contribution of a private sector because it can use them to produce the stable and predictable results investors and lenders from the private sector appreciate, all of which contribute to supporting and enhancing Iraq's energy and diversify the sources of budget revenues and activate a private sector activity.

2. The variation in the need for heating and cooling in Iraq and their tendency to decline on the monthly, seasonally and annually levels may led, from one side, to drop in demand for energy in the future in Iraq and draws attention, from the other side, that the global demand for energy is likely to fall due to volatile weather. Therefore, the economic policy maker should insert a very important weather factor in the equation estimating the expected demand for Iraqi crude oil in the coming years because of its direct impact on the expected oil revenues especially with fact that Iraq's economy and its budget is absolutely dependent on these revenues.

1. المقدمة: تشير الدوريات العلمية المتخصصة الى ان الوقت قد حان لتقبل حقيقة ان الاحترار العالمي اصبح تهديدا" ينبغي الاستجابة والتصدي اليه في مستوى السياسة العامة للبلد وللعالم باسره.

ولعل درجات الحرارة المؤثر الرئيس المرتبط بحياة الانسان والحيوان والنبات ،من جانب، الافراد والشركات والدول بل والعالم ، من جانب اخر. فهي ليست مهمة فقط لنمو النبات ولأمراضه وللحشرات التي تلحق الضرر به ولتوقيت السقي والحصاد في الزراعة انما للتصميم المعماري وتوليد الطاقة والاتصالات والنقل. وفوق هذا كله هناك علاقة قوية بين درجات الحرارة وقدرات تحميل الطاقة والطلب عليها والمرتبط مباشرة بالطلب في التدفئة والتبريد. وفي اقتصاد متنامي ،كاقتصاد العراق، فان كل خطوة في الحياة مرتبطة بالحرارة. لذلك يسعى هذا البحث لبيان خصائص درجات الحرارة اليومية في العاصمة العراقية بغداد وبيان اثر ذلك في استهلاك الطاقة. وقد تطلب تحقيق هذا الهدف تقسيم البحث الى اربعة اجزاء: الاول للمنهجية والثاني للتغطية المعرفية لمخاطرة الطقس واثرها في استهلاك الطاقة والثالث للكشف عن خصائص درجات الحرارة في بغداد واختبار اثر التقلب بدرجات الحرارة في استهلاك النفط الخام (الطاقة) في العراق وخصص الجزء الرابع والاخير للاستنتاجات والتوصيات.

2. منهجية البحث

1.2 مشكلة البحث : تتمحور مشكلة هذا البحث عن التساؤلات الاتية:

1. هل ان لمتوسط درجات الحرارة اليومية نزعة للارتداد للمتوسط؟

2. ما نزعة متوسطات درجات الحرارة في المستوى السنوي؟

3. هل ان تحقق القيم المتطرفة لمتوسطات درجات الحرارة ثابت في المقياس الزمني للأشهر والمواسم؟

4. هل ان هناك تبايناً في الحاجة للتبريد والتدفئة الشهرية والموسمية في المستوى السنوي؟

5. ما اتجاه النزعة للحاجة للتبريد والتدفئة الموسمية في المستوى السنوي؟

6. هل ان لدرجات التبريد والتدفئة والمتوسط الشهري اثر في الطلب الشهري في الطاقة؟

2.2 فرضيات البحث : بضوء ابعاد المشكلة فان فرضيات البحث كالاتي:

1. ليس لمتوسط درجات الحرارة اليومية نزعة للارتداد للمتوسط.

2. ليس هناك نزعة لمتوسطات درجات الحرارة نحو الانخفاض صيفا" والارتفاع شتاء".

3. ليس هناك تباين في زمن تحقق القيم المتطرفة لمتوسطات درجات الحرارة للأشهر والمواسم من سنة لأخرى.

4. ليس هناك تباين في الحاجة للتبريد والتدفئة الشهرية والموسمية في المستوى السنوي.

5. ليس هناك اتجاه نحو الانخفاض في الحاجة للتبريد والتدفئة الموسمية في المستوى السنوي؟

6. ليس لدرجات التبريد والتدفئة ومتوسط درجات الحرارة الشهري اثر في الطلب الشهري في الطاقة. ومن هذه الفرضية الرئيسة تنبثق الفرضيات الست الفرعية الاتية:

1.6 لاتوجد علاقة ارتباط واثر بين متوسط درجات الحرارة الشهري والاستهلاك الشهري للنفط الخام من جانب المصافي

2.6 لاتوجد علاقة ارتباط واثر بين متوسط درجات الحرارة الشهري والاستهلاك الشهري للنفط الخام من جانب الكهرباء

3.6 لاتوجد علاقة ارتباط واثر بين متوسط درجات الحرارة الشهري والاستهلاك الشهري الاجمالي للنفط الخام

4.6 لاتوجد علاقة ارتباط واثر بين درجات التبريد والتدفئة اليومية المتراكمة شهريا" وبين والاستهلاك الشهري للنفط الخام من جانب المصافي

5.6 لاتوجد علاقة ارتباط واثر بين درجات التبريد والتدفئة اليومية المتراكمة شهريا" وبين الاستهلاك الشهري للنفط الخام من جانب الكهرباء

6.6 لاتوجد علاقة ارتباط واثر بين درجات التبريد والتدفئة اليومية المتراكمة شهريا" وبين الاستهلاك الشهري الاجمالي للنفط الخام

3.2 اهمية البحث : تتجسد اهمية هذا البحث بأهمية موضوعه وكالاتي:

1. تعد الحرارة مؤثرا" اساسيا" في انشطة جميع الكائنات في وجه البسيطة. اذ ان تأثيرها لايقتصر في جانب محدد دون غيره من ثم فان كل خطوة في الحياة مرتبطة بالحرارة خصوصا" في الاقتصادات النامية كاقتصاد العراق.

2. ان دراسة الخصائص العامة لدرجات الحرارة وخصوصا" الدرجات اليومية تعد متطلباً اساسيا" يستخدم في العديد من الحقول التطبيقية ومنها تصميم وتوليد واستهلاك الطاقة والتصميم البيئي والعمراني وفي الشؤون العسكرية وصناعة التامين والنقل والاتصالات والترفيه كما انها تستخدم في الحياة اليومية للإنسان وفي نطاق واسع.

3. ان الوقوف في حقيقة توزيعات درجات التبريد والتدفئة اليومية المتراكمة شهريا" وموسميا" غاية في الاهمية ليس لناحية بيان اثرها في استهلاك الطاقة في المستوى المحلي فحسب انما للفت الانظار لآثار الاحترار العالمي في استهلاك الطاقة في المستوى العالمي وان العراق يعد واحدا" من الدول المهمة في معادلة الطاقة بالعالم وان اقتصاده بالمقابل معتمد في واردات الطاقة المجهزة للعالم لذا فان اي اختلال في الطقس العالمي (وهذا هو ماحاصل فعلا" الآن) سيترك اثره المباشر في عوائد النفط الخام التي يحققها العراق وهذا سينسحب مباشرة في مجمل العملية التنموية في العراق.

4. ان تسليط الضوء في طبيعة العلاقة بين التقلب بدرجات الحرارة ،بوصفها الممثل الابرز والاكثر اهمية للطقس، وبين الطلب في النفط الخام، بوصفه الممثل الابرز والاكثر اهمية للطاقة، يتيح امكانية ابراز الدور الكبير والمؤثر للضرب الجديد من المخاطرة والذي لا تستطيع الادوات التقليدية تحويطه والمتمثل بالمخاطرة الحجمية للطقس تمهيدا" لاقتراح الحلول لمعالجتها.

4.2 اهداف البحث

1. الطرح والنقاش المعرفي المتعمق لإحدى اهم التهديدات التي شكلت هاجسا" خطيرا" شغل مساحة كبيرة من تفكير المهتمين والمتمثل بمخاطرة التقلب بالطقس وبيان اثارها في مختلف قطاعات الاقتصاد عامة وقطاع الطاقة في وجه الخصوص.

2. الاختبار التطبيقي لهذه الطروحات النظرية وبيان اثر التقلب بدرجات الحرارة في العراق ، ممثلا" بالعاصمة بغداد، في استهلاك الطاقة فيه.

3. بيان نزعة واتجاه درجات الحرارة والدرجات اليومية (التبريد والتدفئة) في المستوى الشهري والموسمي والسنوي تمهيدا" لرسم التصورات عن انعكاس ذلك في استهلاك الطاقة في المستقبل.

4. التثبت من حقيقة ارتداد درجات الحرارة لمتوسطها لما لذلك من اثر مباشر في امكانية التنبؤ بحركتها المستقبلية وانعكاس ذلك في اية محاولات لبناء نموذج لتسعير عقود الطقس المرتكزة في هذا المتغير.

5.2 مجتمع وعينة البحث :

يسعى هذا البحث في جانبه التطبيقي الى دراسة اثر التقلب بدرجة الحرارة في العراق في استهلاك النفط الخام فيه لذا فان مجتمعه يتمثل بالعراق كاملا" وقد اختيرت مدينة بغداد قصديا" لتمثل هذا المجتمع كونها العاصمة التي تضم اكبر عدد من السكان في مستوى المحافظات وهي الاكثر وسطية واعتدلا" بالطقس مقارنة بمحافظات الشمال او الجنوب لذا فهي تمثل الحالة الوسطية التي يمكن الركون اليها في بناء الاحكام الاستنتاجية

6.2 بيانات ومدة البحث

بغية تحقيق اهداف البحث فقد تم الاستعانة بالبيانات والمدد الاتية:

1. درجات الحرارة اليومية (درجات الحرارة القصوى والدنيا) لمدينة بغداد طوال المدة من 2011/11/1 ولغاية 2013/10/11 وسبب اختيار هذه المدة وذلك للحصول في بيانات موسمين من كل سنة (شتاء وصيف 2012 – شتاء وصيف 2013) وذلك لأغراض المقارنة. اذ جرت العادة في بحوث الطقس في حساب موسم الشتاء من بداية شهر نوفمبر ولغاية نهاية شهر مارس وحساب موسم الصيف من بداية شهر مايو ولغاية نهاية شهر سبتمبر من كل عام اما الشهرين المتبقيين (ابريل واكتوبر) فقد تم تحييدهما كون الاول يعد ربيعا" والثاني خريفا". وهذه البيانات استقيت من هيأة الانواء الجوية العراقية.

2. الاستهلاك الشهري للنفط الخام في مستوى العراق من جانب المصافي ووزارة الكهرباء وكإجمالي طوال المدة من شهر نوفمبر 2011 ولغاية شهر سبتمبر 2013. وهذه البيانات استقيت من وزارة النفط العراقية.

3. مخاطرة الطقس والطلب في الطاقة : تغطية معرفية

يصف المناخ متوسط الطقس السائد في منطقة معينة خلال مدة زمنية محددة عامة ماتكون (30) سنة في حين يشير الطقس الى التغيرات بالظروف الجوية لمدة تقل عن موسم واحد (Randalls,2006:4). ووصف الطقس هذا يستند لدرجات الحرارة وسرعة الريح ومعدل تساقط الامطار والثلوج. فمناخ الارض ليس مستقرا" وهو تغير عدة مرات في الماضي استجابة لتوليفة منوعة من الاسباب الطبيعية. وعادة مايشير مصطلح "التغير المناخي" الى التغيرات الحاصلة في المناخ منذ بداية القرن العشرين. واظهرت مؤشرات التغير المناخي بان درجة حرارة الارض بدأت بالزيادة بمقدار (0.6°C) منذ بداية القرن العشرين. مايقارب (0.4°C) من هذه الزيادة بدرجة الحرارة حصلت منذ سبعينيات القرن الماضي(Buckley,et.al,2004:31-32).

وقد اصبحت قيمة الظروف الجوية محلا" للاهتمام والنقاش خلال عقد الثمانينيات من القرن الماضي. فقد اكد (Asubel and Biswas,1980) بانه ينبغي ان يكون هناك قطاع للظروف الجوية ضمن الاقتصاد مع باقي القطاعات. وقد اشار (Thornes and McGregor,2003) بان قيمة الظروف الجوية تبلغ (80) تريليون دولار. حالات القلق من التغير المناخي ولدت الحافز لايجاد مقاييس اقتصادية للظواهر الجوية وذلك عبر قياس كلفة اثار التغير المناخي. ومن هنا فقد اضحت الظروف الجوية جزءا" من النظام الاقتصادي. وخلال عقد الثمانينيات طرحت مقترحات للخصخصة الكاملة لخدمات الارصاد الجوية. واكد (Elling,1989) بانه ليس فقط التنبؤ والخدمات الاخرى المضيفة للقيمة ينبغي ان تفتح امام منافسة القطاع الخاص انما

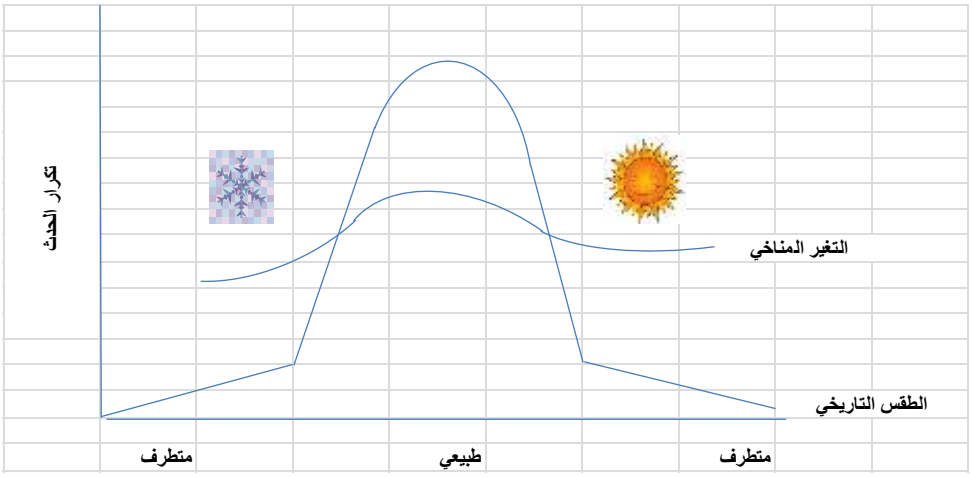
جميع البيانات. وبدأت بيانات الطقس تلعب دورا" متزايد الاهمية والقيمة. ففي عام 2002، في سبيل المثال استثمرت الحكومة الامريكية (2.7) مليار دولار بعمليات وابحاث الارصاد الجوية من بينها (745) مليون دولار لدعم المكتب القومي لخدمات الطقس (NWS) الذي يعد المولد لبيانات الطقس. واصبح الطقس نشاط اعمال كبير لدرجة ان هذا الرقم من الاستثمار الامريكي اصبح قزما" امام حجم سوق عقود الطقس الدولي (45.2 مليار دولار عام 2006)(Randalls,2006:111-113).

يؤثر المناخ في كل من المنظومتين الاجتماعية والاقتصادية فضلا" عن تأثيره في البيئة. وهذا يحصل عبر حالات الطقس المتطرفة والتغير المناخي طويل الاجل. وبالنسبة لشركات التامين فان السلوك المستقبلي لأحداث الطقس المتطرفة يكون بالغ الاهمية وحاسم لأنشطتها. وبالنسبة لسائر الصناعات، كالسياحة في سبيل المثال، فان تقلب الطقس مؤثر رئيس في ربحيتها. كما ان الطلب في مخرجات الشركات سيتاثر اكثر بالمستقبل القريب بسبب الاحترار العالمي[1] (Global Warming). والتغير السريع بالطلب يفضي الى تزايد الحاجة للحماية ضد مخاطرة الطقس. فالتغير المناخي يؤثر في مختلف القطاعات الاقتصادية لاي بلد وبدرجات متفاوتة. في سبيل المثال، عرض والطلب في الطاقة والماء[2] يتأثران بقوة بتقلبات الطقس. فبالنسبة للماء فان مواسم الصيف الحارة تزيد من الطلب في الماء وتقلل من عرضه. والشتاء المعتدل يقلل من الطلب في الطاقة من ثم يخفض ارباح مجهزي الطاقة(Buckley,et.al,2004:22-23).

واكدت مؤسسة (Consilience) لاستشارات الطاقة بانه اذا كان علماء المناخ في صواب، فان احداث الطقس المتطرفة ستصبح اكثر تكرارا" في الحدوث وكما هو موضح في الشكل (1)(CEAG,2010:2).اذ يظهر التوزيع الاحتمالي السابق لأحداث الطقس نمطا" اشبه بالطبيعي (الشكل الجرسي المتماثل) في حين ان التوزيع الاحتمالي الحالي والمتوقع هو اكثر تفلطحا" بفعل التغير المناخي مايعني تضخم وتسطح طرفا التوزيع وهذا يؤكد بالضرورة تزايد احتمال تكرار وقوع احداث الطقس المتطرفة.

[1] ان الاحترار العالمي هو ازدياد درجة حرارة الهواء في الطبقات الدنيا من الجو بسبب زيادة كمية ثاني اوكسيد الكربون والميثان وبعض الغازات الاخرى في الجو. هذه الغازات تعرف بالغازات الدفيئة (Greenhouse). وهي الظاهرة التي تعرف بالاحتباس الحراري والتي اكتشفها جون فورييه عام 1824 الا ان سفانت ارينيوس هو اول من قام بتحديد هذه الظاهرة كميا عام 1896. ويمكن تعريف الاحتباس الحراري باختصار بانه الظاهرة التي تؤدي فيها امتصاص واصدار الاشعة تحت الحمراء الى تسخين سطح الارض نتيجة ازدياد تركيز غازات الدفيئة في الهواء الجوي.

[2] استجابة للاحترار العالمي والتغيرات بالأمطار والنمو السكاني، يتوقع ان يرتفع انتاج الطاقة الكهرومائية في العقد الرابع من القرن الحالي بمقدار (4.7-5%) في الشتاء وينخفض بمايقارب (12.1-15.4%) في الصيف بانخفاض سنوي قدره (2-3.4%). لذلك فان حساسية الطاقة للتقلبات بالطقس اصبحت محل اهتمام وقلق بالغين من جانب المهتمين(Hamlet, et.al., 2010:103-104).



الشكل (1) التوزيع الاحتمالي السابق والحالي (بظل التغير المناخي) لأحداث الطقس

Source:(CEAG, Consilience Energy Adivisory Group Ltd, Financial Adaptation to Climate Change, 2010:2)

وقد ادرك قطاع الطاقة هذه الحقيقة وقد حاول بنشاط وفاعلية تحديد العلاقة بين التغيرات في الطقس والطلب في الطاقة. وفي الولايات المتحدة فان عقود الطقس استخدمت بشكل اساس من قبل شركات الطاقة لحماية ايراداتها من مخاطرة الطقس ومساعدتها في تحقيق مستوى افي من الاستقرار فيها. وماينطبق في صناعة الطاقة ينطبق في العديد من الصناعات الاخرى مثل صناعة السياحة والاستجمام والمتعة والبناء والتامين(Buckley,et.al,2004:24).

فالقليل من الشركات التي لاتتاثر عملياتها كليا" بالطقس، بل ان مستقبل بعضها مرتبط كليا" بالطقس. في سبيل المثال، ربحية وبقاء منتجو المشروبات والعصائر تتأثر كثيرا بالطقس وذات الامر ينطبق في شركات الطيران ومنتجعات التزلج والمواقع السياحية ومؤسسات الاستجمام، كما ان شركات التجزئة وشركات المنافع العامة (الكهرباء والغاز والماء) تتأثر بالمثل بالطقس(Chance and Brooks,2010:513).

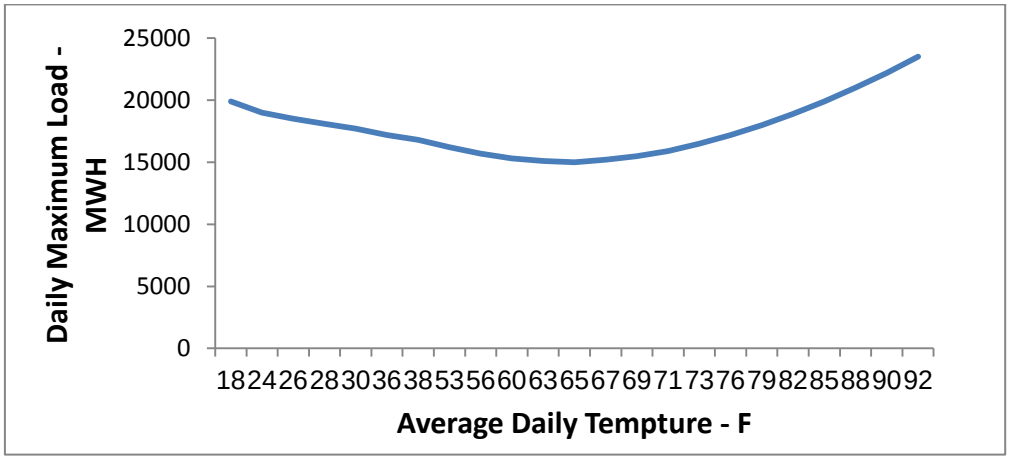
وعدم القدرة في التنبؤ بمتغيرات الطقس المختلفة وخصوصا" درجات الحرارة تعني بالنسبة للمتأثرين بها تزايد مايسمى بمخاطرة الطقس. وقد اكدت وزارة الطاقة الامريكية، في سبيل المثال، بان الطقس يؤثر بما يقارب (70%) من الشركات الامريكية[3] وهو يؤثر بما مقداره (22%) من الناتج المحلي الامريكي البالغ قرابة (9) تريليون دولار(Ku,2001:28). وقدر مكتب الارصاد الجوية البريطاني بان (70%) من الشركات البريطانية تتأثر بالطقس وانه يكلفها اكثر من(7.5)مليار جنيه استرليني سنويا"(Pollard,et.al,2008:1-3).

وقد شكل الطقس عاملا" حاسما" طوال التاريخ سواء في المساعدة بالإنتاج الزراعي ام في افشال الحملات العسكرية. وادارة مخاطر الطقس ظلت مشكلة متكررة. وفي الرغم من ان الاسواق المالية المتخصصة بالمنتجات الزراعية وسائر المنتجات كانت قد ادخلت مخاطر الطقس ضمن اسعار السلع الا انه ومنذ منتصف تسعينيات القرن الماضي اصبحت مؤشرات الطقس منتجات مالية تشترى وتباع بسهولة كما هو الحال مع القهوة او الصويا او النفط. وليس من الصعب ادراك سبب الاهمية البالغة للمنتوج الذي يستخدم لإدارة تكاليف احداث الطقس اليومية مثل الشتاء الادفأ من المتوسط او الصيف الاكثر جفافا" من المتوسط (Randalls,2006:2).

---

[3] **في شهادته امام الكونغرس صرح وزير التجارة الامريكي الاسبق(William Daley) بان "الطقس ليس مجرد مشكلة بيئية انما هو عامل اقتصادي مؤثر بشكل كبير" لما له من تأثير بالغ على الاقتصاد(Liu,2006:11).**

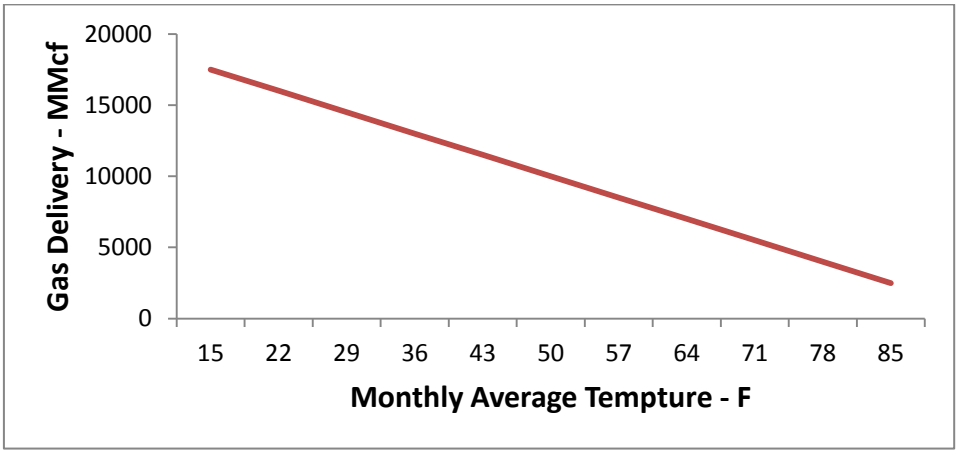
وفقاً لفريق(Climetrix)،وهو فريق الطقس في مؤسسة (RMS) الامريكية فان التقلب بظروف الطقس يعد دوما" واحدا" من اكثر العوامل اهمية في التأثير باستهلاك الطاقة(Brockett,et.al,2005:130). وتدرك قطاعات الطاقة دوما" بان اسعار الطاقة مرتبطة بالطقس بقوة ولزمن طويل. لذلك كان من الطبيعي ان لايتقبل رجال هذه الصناعة بان تكون مراكزهم المالية تحت رحمة الطقس السيء(Mraoua,2005:2).ففي السابق كانت تأثيرات انماط الطقس الموسمية غير المتنبأ بها تمتص وتدار باطار بيئة احتكارية منظمة قانونيا". لكن مع بداية التحرر القانوني والتنظيمي (Deregulation) لقطاعي الطاقة والمنافع العامة في الولايات المتحدة منتصف تسعينيات القرن الماضي بدأت تواجه الشركات العاملة بهذه القطاعات منافسة متصاعدة وحالة لاتأكد متزايدة في الطلب مادفعها للبحث عن ادوات تحوط فاعلة بغية تحقيق الاستقرار بإيراداتها. ونتيجة لفسح المجال امام الاحتكارات لدخول اسواق الجملة التنافسية فان تحويط المخاطرة السعرية لم يعد كافيا" نتيجة لظهور مخاطرة جديدة للساحة وهي المخاطرة الحجمية[4](Volumetric Risk). وسرعان ما ادركت الشركات بان ظروف الطقس هي مصدر رئيس لحالات اللاتاكد بالإيرادات. فالطقس يؤثر بكل من الطلب قصير الاجل والعرض طويل الاجل للطاقة. في سبيل المثال، وكما هو ظاهر في الشكل (2)، فان احمال (استهلاك) الكهرباء تعتمد بقوة في مستوى درجات الحرارة. وبالمثل فان الشكل (3) الذي يظهر انحدار متوسط الاستهلاك الشهري للغاز الطبيعي في متوسط الحرارة الشهري لولاية الينوي الامريكية يبين بان معامل التحديد بلغ (R^2=0.9416). لذلك فان الطلب قصير الاجل في الطاقة يتاثر بشدة بظروف الطقس. كما يمكن ان يؤثر نمط طقس معين (في سبيل المثال، الاتجاه العام القوي لارتفاع درجات الحرارة في مستوى العالم) بالعرض طويل الاجل لان منتجوا الطاقة وبسبب هذا النمط ربما يعيدون تعديل مستويات انتاجهم(Cao,et.al,2004:1).



الشكل (2) استهلاك الطاقة الكهربائية مقابل درجات الحرارة

Source:(Cao, Melanie, Anlong Li, and Jason Wei, Weather Derivatives: A New Class of Financial Instruments, 2004:15)

[4] كما هو معلوم فان ايرادات الشركات هي حاصل ضرب حجوم المبيعات بالأسعار. والشركات سعت وعلى مدى عقود من الزمان لتحويط التقلب بالأسعار دون الحجوم. والواقع ان ايراداتها لاتخضع لتقلبات الاسعار فحسب انما لتقلبات الحجم الناشئة من التقلب بالطلب على منتجات هذه الشركات وهي ماتعرف بالمخاطرة الحجمية.



الشكل (3) استهلاك الغاز الطبيعي مقابل درجات الحرارة

Source:(Cao, Melanie, Anlong Li, and Jason Wei, Weather Derivatives: A New Class of Financial Instruments, 2004:15)

ولعل واحدا" من اكثر متغيرات الطقس تأثيرا" واهمية بالنسبة لقطاع الطاقة هو دور درجات الحرارة في تحديد الطلب. وقد اصبحت درجة الحرارة الاساس (18°C او 65°F) الدرجة الطبيعية التي تنتفي عندها الحاجة للتدفئة او التبريد كونها تعد المستوى الطبيعي للجو المريح. ففي اليوم البارد (اقل من 18°C او 65°F) تستهلك الطاقة لأغراض التدفئة وفي اليوم الحار (اكبر من18°C او 65°F) تستهلك الطاقة لأغراض تكييف الهواء (Chance and Brooks,2010:514). وان الانحراف عن هذه الدرجة الاساس بمقدار درجتان مئويتان في بريطانيا ،في سبيل المثال، يمكن ان يغير الايرادات بما نسبته ثلثي مبيعات شركات الطاقة ويكلف عشرات الملايين من الجنيهات الاسترلينية(Randalls,2006:232).

الجدير بالذكر ان بعض الدول ، مثل الولايات المتحدة الامريكية، تقيس الحرارة بالدرجات الفهرنهايتية بدلا" من المئوية ولغرض تحويل الدرجات الفهرنهايتية[5] الى مئوية وبالعكس تستخدم المعادلتان الاتيتان(Gabbi,2006:15):

$$C=(5/9)(F-32) \quad \ldots.(1)$$

$$F=((9/5)(C)+32) \quad \ldots.(2)$$

وتعد درجات التدفئة والتبريد اليومية (CDD/HDD) المقياس الاكثر شيوعا" واستخداما" لبيان مدى التقلب بدرجات الحرارة وهي المقياس الانسب في تحديد الطلب في الطاقة لأغراض التدفئة والتبريد. فالانخفاض في درجات الحرارة سيزيد من الطلب في الطاقة وذلك لأغراض التدفئة والارتفاع في درجات الحرارة سيزيد هو الاخر من الطلب في الطاقة وذلك لأغراض التبريد(Buckley,et.al,2004:16,21).

وهذه الدرجات تقاس كالاتي(Hull,2010:101):

$HDD = Max\ (0,\ 65-T)$ (Heating Degree Days) درجات التدفئة اليومية ..... (3)

$CDD = Max\ (0,\ T-65)$ (Cooling Degree Days) درجات التبريد اليومية ..... (4)

اذ ان T هو متوسط اقصى وادنى درجة حرارة مسجلة خلال اليوم في محطة الطقس المعنية مقاسة بالدرجات المئوية او الفهرنهايتية. في سبيل المثال، اذا كانت اقصى درجة حرارة خلال اليوم 70°F وادنى درجة حرارة

[5] نتيجة لاعتماد سوق الطقس العالمي على الدرجات الفهرنهايتية كوحدة للقياس فسوف يعتمد هذا البحث على وحدة القياس هذه ايضا".

خلال اليوم 50°F فان T=60°F. من ثم فان درجة التدفئة اليومية (HDD=5°F) وان درجة التبريد اليومية (CDD=0). وبذلك اصبح يستعان بمؤشري (HDD) و (CDD) لقياس الطلب في الطاقة (Randalls,2006:117).

والتغيرات بالطلب في الطاقة يمكن ان تنمذج مباشرة مادام هناك ارتباط قوي بين درجات الحرارة المعبر عنهما بالمؤشرين المشار اليهما اعلاه وبين الطلب في منتجات الطاقة. فكلما زادت برودة الشتاء زادت الحاجة للتدفئة وزاد استهلاك وقود التدفئة. بالمقابل في مواسم الشتاء الادفأ من المتوسط ينخفض الطلب بشكل كبير. وهذا يشكل عبئا" كبيرا" في اغلب شركات الطاقة، خصوصا" بظل المخاوف من ظاهرة الاحترار العالمي لان الشتاء هو وقت المبيعات الرئيس في السنة بالنسبة للغرب. وهذا الاتجاه الادفأ لمواسم الشتاء قدم الاساس المنطقي لابتكار ادوات لتحويط هذه المخاطرة. لكن ينبغي الاشارة هنا الى انه اذا اصبح الطقس اكثر حرارة في الصيف فان تكييف الهواء يصبح مطلوبا" اكثر وهذا سيفضي الى سوق صيف اكثر ربحية لمنتجي الطاقة (واكثر كلفة وخسارة للمستهلكين).

وفي بريطانيا، في سبيل المثال، فان الطلب غير متكافئ في الوقت الحاضر لان العلاقة مع (HDD) اقوى بكثير من العلاقة مع (CDD) (هناك حاجة للتدفئة في الشتاء اكبر بكثير من الحاجة للتبريد في الصيف). فخلال الصيف، ومع حاجة بريطانيا الاقل لتكييف الهواء مقارنة بأمريكا، فان هناك تأثيراً اضعف بكثير لدرجات التبريد اليومية. لذلك فان عقود (HDD) تبدوا منطقية ومشجعة للعاملين في اغلب شركات الطاقة البريطانية بخلاف الشركات الامريكية التي يجتذبها كلا النوعين من العقود (CDD / HDD). ومما لاشك فيه ان درجات الحرارة هي المكون الاساس الا انه ليس المؤشر الوحيد المسبب لارتفاع وانخفاض الطلب في الطاقة. فتلبد السماء بالغيوم هو الاخر مكون مهم. اذا ان التحول من السماء الصافية الى الغائمة يزيد من الطلب كما يفعل التحول من الطقس غير الماطر الى الماطر. كما ان التغير في سرعة واتجاه الرياح يمكن ان يزيد ايضا" وبسرعة من الطلب. وفي اية حال فان الطقس لايؤثر فقط بالطلب في الطاقة انما في عرضها ايضا". فهو يؤثر في عرض الطاقة الكهربائية المعتمدة في الرياح او في اشعة الشمس، في سبيل المثال، وفي توليد الطاقة المتجددة. وبذلك اصبح الطقس المكون الحاسم والمحدد لسعر عرض الطاقة وهذا ينطبق في الكثير من الدول ابرزها الدول الاسكندنافية، في سبيل المثال، اذ انها تولد الكثير من الطاقة اعتمادا" في الماء وان عرض الطاقة الكهرومائية مرتبط بقوة بمستوى الامطار(Randalls,2006:235-236).

4. خصائص درجات الحرارة في العاصمة العراقية بغداد وعلاقتها بالطلب في الطاقة:

يسعى هذا الجزء من البحث لتحليل خصائص درجات الحرارة اليومية في مدينة بغداد وبيان حركتها وتباياناتها اليومية والشهرية والموسمية تمهيدا" لبيان علاقتها مع الطلب في الطاقة (ممثلة بالنفط الخام) في العراق.

1.4 اتجاه متوسطات درجات الحرارة اليومية والشهرية والموسمية في مدينة بغداد

بالاستناد لبيانات درجات الحرارة اليومية القصوى والدنيا لمدينة بغداد طوال مدة المعاينة (2011/11/1-2013/10/11) وبالاستعانة بالمعادلة (2) فقد تم تحويل وحدة قياس هذه الدرجات من المئوية الى الفهرنهايتية ومن ثم جرى حساب متوسط درجات الحرارة اليومي والنتائج ظاهرة في الجدول (1).

الجدول (1) متوسط درجات الحرارة ودرجات التبريد والتدفئة اليومية لمدينة بغداد

التاريخ	المتوسط	CDD	HDD	التاريخ	المتوسط	CDD	HDD	التاريخ	المتوسط	CDD	HDD	التاريخ	المتوسط	CDD	HDD
01/11/2011	62.06	0	2.94	29/04/2012	85.1	20.1	0	26/10/2012	74.3	9.3	0	24/04/2013	71.6	6.6	0
02/11/2011	60.89	0	4.11	30/04/2012	86.9	21.9	0	27/10/2012	74.3	9.3	0	25/04/2013	70.7	5.7	0

0	7.5	72.5	26/04/2013	0	7.5	72.5	28/10/2012	0	21	86	01/05/2012	3.48	0	61.52	03/11/2011
0	11.1	76.1	27/04/2013	0	5.7	70.7	29/10/2012	0	27.3	92.3	02/05/2012	0	6.6	71.6	04/11/2011
0	13.8	78.8	28/04/2013	0	6.6	71.6	30/10/2012	0	26.4	91.4	03/05/2012	0.6	0	64.4	05/11/2011
0	16.5	81.5	29/04/2013	0	6.6	71.6	31/10/2012	0	20.1	85.1	04/05/2012	6	0	59	06/11/2011
0	19.2	84.2	30/04/2013	0	8.4	73.4	01/11/2012	0	21.9	86.9	05/05/2012	7.62	0	57.38	07/11/2011
0	18.3	83.3	01/05/2013	0	11.1	76.1	02/11/2012	0	18.3	83.3	06/05/2012	9.6	0	55.4	08/11/2011
0	10.2	75.2	02/05/2013	0	11.1	76.1	03/11/2012	0	21	86	07/05/2012	11.4	0	53.6	09/11/2011
0	4.8	69.8	03/05/2013	0	15.6	80.6	04/11/2012	0	19.2	84.2	08/05/2012	11.76	0	53.24	10/11/2011
0	7.5	72.5	04/05/2013	0	10.2	75.2	05/11/2012	0	22.8	87.8	09/05/2012	9.6	0	55.4	11/11/2011
0	6.6	71.6	05/05/2013	0	11.1	76.1	06/11/2012	0	30.9	95.9	10/05/2012	1.5	0	63.5	12/11/2011
0	8.4	73.4	06/05/2013	0	12.9	77.9	07/11/2012	0	26.4	91.4	11/05/2012	7.8	0	57.2	13/11/2011
0	11.1	76.1	07/05/2013	0	12.9	77.9	08/11/2012	0	30	95	12/05/2012	6.18	0	58.82	14/11/2011
0	13.8	78.8	08/05/2013	0	15.6	80.6	09/11/2012	0	25	90	13/05/2012	0	3	68	15/11/2011
0	17.4	82.4	09/05/2013	0	11.1	76.1	10/11/2012	0	21	86	14/05/2012	0.6	0	64.4	16/11/2011
0	20.1	85.1	10/05/2013	0	10.2	75.2	11/11/2012	0	18.3	83.3	15/05/2012	7.53	0	57.47	17/11/2011
0	25.5	90.5	11/05/2013	0	1.2	66.2	12/11/2012	0	18.3	83.3	16/05/2012	1.5	0	63.5	18/11/2011
0	21	86	12/05/2013	4.2	0	60.8	13/11/2012	0	22.8	87.8	17/05/2012	2.4	0	62.6	19/11/2011
0	14.7	79.7	13/05/2013	2.4	0	62.6	14/11/2012	0	26.4	91.4	18/05/2012	3.3	0	61.7	20/11/2011
0	14.7	79.7	14/05/2013	1.5	0	63.5	15/11/2012	0	30	95	19/05/2012	6.9	0	58.1	21/11/2011
0	11.1	76.1	15/05/2013	1.5	0	63.5	16/11/2012	0	28.2	93.2	20/05/2012	8.52	0	56.48	22/11/2011
0	11.1	76.1	16/05/2013	0.6	0	64.4	17/11/2012	0	22.8	87.8	21/05/2012	8.7	0	56.3	23/11/2011
0	12.9	77.9	17/05/2013	2.4	0	62.6	18/11/2012	0	13.8	78.8	22/05/2012	11.4	0	53.6	24/11/2011
0	16.5	81.5	18/05/2013	3.3	0	61.7	19/11/2012	0	18.3	83.3	23/05/2012	15	0	50	25/11/2011
0	19.2	84.2	19/05/2013	4.2	0	60.8	20/11/2012	0	19.2	84.2	24/05/2012	14.64	0	50.36	26/11/2011
0	12.9	77.9	20/05/2013	3.3	0	61.7	21/11/2012	0	19.2	84.2	25/05/2012	17.7	0	47.3	27/11/2011
0	14.7	79.7	21/05/2013	1.5	0	63.5	22/11/2012	0	21	86	26/05/2012	18.6	0	46.4	28/11/2011
0	15.6	80.6	22/05/2013	4.2	0	60.8	23/11/2012	0	19.2	84.2	27/05/2012	19.14	0	45.86	29/11/2011
0	21.9	86.9	23/05/2013	2.4	0	62.6	24/11/2012	0	17.4	82.4	28/05/2012	16.8	0	48.2	30/11/2011
0	23.7	88.7	24/05/2013	2.4	0	62.6	25/11/2012	0	21.9	86.9	29/05/2012	17.7	0	47.3	01/12/2011
0	27.3	92.3	25/05/2013	6.9	0	58.1	26/11/2012	0	29.1	94.1	30/05/2012	20.94	0	44.06	02/12/2011
0	28.2	93.2	26/05/2013	6.9	0	58.1	27/11/2012	0	24.6	89.6	31/05/2012	20.31	0	44.69	03/12/2011
0	21.9	86.9	27/05/2013	7.8	0	57.2	28/11/2012	0	22.8	87.8	01/06/2012	17.7	0	47.3	04/12/2011
0	21.9	86.9	28/05/2013	6	0	59	29/11/2012	0	22.8	87.8	02/06/2012	14.1	0	50.9	05/12/2011
0	20.1	85.1	29/05/2013	8.7	0	56.3	30/11/2012	0	23.7	88.7	03/06/2012	16.08	0	48.92	06/12/2011
0	21.9	86.9	30/05/2013	8.7	0	56.3	01/12/2012	0	29.1	94.1	04/06/2012	16.44	0	48.56	07/12/2011
0	25.5	90.5	31/05/2013	7.8	0	57.2	02/12/2012	0	32.7	97.7	05/06/2012	16.8	0	48.2	08/12/2011
0	25.	90.5	01/06/2	6.9	0	58.1	03/12/2	0	30	95	06/06/2	13.	0	51.8	09/12/2

	5		013				012				012	2			011
0	25.5	90.5	02/06/2013	11.4	0	53.6	04/12/2012	0	30	95	07/06/2012	13.2	0	51.8	10/12/2011
0	28.2	93.2	03/06/2013	4.2	0	60.8	05/12/2012	0	28.2	93.2	08/06/2012	17.52	0	47.48	11/12/2011
0	26.4	91.4	04/06/2013	6.9	0	58.1	06/12/2012	0	25.5	90.5	09/06/2012	15.81	0	49.19	12/12/2011
0	23.7	88.7	05/06/2013	5.1	0	59.9	07/12/2012	0	27.3	92.3	10/06/2012	18.06	0	46.94	13/12/2011
0	23.7	88.7	06/06/2013	4.2	0	60.8	08/12/2012	0	29.1	94.1	11/06/2012	19.14	0	45.86	14/12/2011
0	20.1	85.1	07/06/2013	6	0	59	09/12/2012	0	31.8	96.8	12/06/2012	13.02	0	51.98	15/12/2011
0	21	86	08/06/2013	7.8	0	57.2	10/12/2012	0	29.1	94.1	13/06/2012	7.8	0	57.2	16/12/2011
0	23.7	88.7	09/06/2013	4.2	0	60.8	11/12/2012	0	32.7	97.7	14/06/2012	11.04	0	53.96	17/12/2011
0	25.5	90.5	10/06/2013	8.7	0	56.3	12/12/2012	0	37.2	102.2	15/06/2012	12.12	0	52.88	18/12/2011
0	21.9	86.9	11/06/2013	11.4	0	53.6	13/12/2012	0	38.1	103.1	16/06/2012	11.13	0	53.87	19/12/2011
0	23.7	88.7	12/06/2013	11.4	0	53.6	14/12/2012	0	38.1	103.1	17/06/2012	12.48	0	52.52	20/12/2011
0	27.3	92.3	13/06/2013	13.2	0	51.8	15/12/2012	0	35.4	100.4	18/06/2012	15.9	0	49.1	21/12/2011
0	28.2	93.2	14/06/2013	15	0	50	16/12/2012	0	30	95	19/06/2012	11.4	0	53.6	22/12/2011
0	24.6	89.6	15/06/2013	10.5	0	54.5	17/12/2012	0	30.9	95.9	20/06/2012	4.65	0	60.35	23/12/2011
0	22.8	87.8	16/06/2013	7.8	0	57.2	18/12/2012	0	32.7	97.7	21/06/2012	6.9	0	58.1	24/12/2011
0	25.5	90.5	17/06/2013	6.9	0	58.1	19/12/2012	0	32.7	97.7	22/06/2012	9.42	0	55.58	25/12/2011
0	26.4	91.4	18/06/2013	4.2	0	60.8	20/12/2012	0	30.9	95.9	23/06/2012	13.38	0	51.62	26/12/2011
0	27.3	92.3	19/06/2013	5.1	0	59.9	21/12/2012	0	27.3	92.3	24/06/2012	15.54	0	49.46	27/12/2011
0	28.2	93.2	20/06/2013	7.8	0	57.2	22/12/2012	0	28.2	93.2	25/06/2012	12.3	0	52.7	28/12/2011
0	29.1	94.1	21/06/2013	6.9	0	58.1	23/12/2012	0	29.1	94.1	26/06/2012	17.7	0	47.3	29/12/2011
0	30	95	22/06/2013	8.7	0	56.3	24/12/2012	0	31.8	96.8	27/06/2012	20.04	0	44.96	30/12/2011
0	29.1	94.1	23/06/2013	6.9	0	58.1	25/12/2012	0	32.7	97.7	28/06/2012	14.82	0	50.18	31/12/2011
0	32.7	97.7	24/06/2013	7.8	0	57.2	26/12/2012	0	33.6	98.6	29/06/2012	11.4	0	53.6	01/01/2012
0	33.6	98.6	25/06/2013	10.5	0	54.5	27/12/2012	0	31.8	96.8	30/06/2012	12.3	0	52.7	02/01/2012
0	32.7	97.7	26/06/2013	14.1	0	50.9	28/12/2012	0	30.9	95.9	01/07/2012	15	0	50	03/01/2012
0	33.6	98.6	27/06/2013	13.2	0	51.8	29/12/2012	0	29.1	94.1	02/07/2012	15.9	0	49.1	04/01/2012
0	34.5	99.5	28/06/2013	10.5	0	54.5	30/12/2012	0	35.4	100.4	03/07/2012	17.7	0	47.3	05/01/2012
0	33.6	98.6	29/06/2013	12.3	0	52.7	31/12/2012	0	30	95	04/07/2012	10.5	0	54.5	06/01/2012
0	32.7	97.7	30/06/2013	13.2	0	51.8	01/01/2013	0	26.4	91.4	05/07/2012	11.4	0	53.6	07/01/2012
0	34.5	99.5	01/07/2013	12.3	0	52.7	02/01/2013	0	28.2	93.2	06/07/2012	11.4	0	53.6	08/01/2012
0	29.1	94.1	02/07/2013	13.2	0	51.8	03/01/2013	0	30.9	95.9	07/07/2012	11.4	0	53.6	09/01/2012
0	29.1	94.1	03/07/2013	15	0	50	04/01/2013	0	30	95	08/07/2012	9.6	0	55.4	10/01/2012
0	28.2	93.2	04/07/2013	12.3	0	52.7	05/01/2013	0	30.9	95.9	09/07/2012	12.3	0	52.7	11/01/2012
0	30.9	95.9	05/07/2013	12.3	0	52.7	06/01/2013	0	32.7	97.7	10/07/2012	12.3	0	52.7	12/01/2012
0	30.9	95.9	06/07/2013	7.8	0	57.2	07/01/2013	0	32.7	97.7	11/07/2012	15	0	50	13/01/2012
0	32.7	97.7	07/07/2013	11.4	0	53.6	08/01/2013	0	34.5	99.5	12/07/2012	15	0	50	14/01/2012

0	33.6	98.6	08/07/2013	9.6	0	55.4	09/01/2013	0	36.3	101.3	13/07/2012	14.1	0	50.9	15/01/2012
0	35.4	100.4	09/07/2013	19.5	0	45.5	10/01/2013	0	37.2	102.2	14/07/2012	13.2	0	51.8	16/01/2012
0	34.5	99.5	10/07/2013	21.3	0	43.7	11/01/2013	0	37.2	102.2	15/07/2012	11.4	0	53.6	17/01/2012
0	34.5	99.5	11/07/2013	24	0	41	12/01/2013	0	35.4	100.4	16/07/2012	13.2	0	51.8	18/01/2012
0	34.5	99.5	12/07/2013	18.6	0	46.4	13/01/2013	0	37.2	102.2	17/07/2012	14.1	0	50.9	19/01/2012
0	33.6	98.6	13/07/2013	18.6	0	46.4	14/01/2013	0	39	104	18/07/2012	22.2	0	42.8	20/01/2012
0	32.7	97.7	14/07/2013	19.5	0	45.5	15/01/2013	0	41.7	106.7	19/07/2012	26.7	0	38.3	21/01/2012
0	34.5	99.5	15/07/2013	18.6	0	46.4	16/01/2013	0	40.8	105.8	20/07/2012	24	0	41	22/01/2012
0	36.3	101.3	16/07/2013	20.4	0	44.6	17/01/2013	0	39	104	21/07/2012	18.6	0	46.4	23/01/2012
0	37.2	102.2	17/07/2013	14.1	0	50.9	18/01/2013	0	41.7	106.7	22/07/2012	14.1	0	50.9	24/01/2012
0	34.5	99.5	18/07/2013	11.4	0	53.6	19/01/2013	0	42.6	107.6	23/07/2012	17.7	0	47.3	25/01/2012
0	32.7	97.7	19/07/2013	7.8	0	57.2	20/01/2013	0	41.7	106.7	24/07/2012	9.6	0	55.4	26/01/2012
0	28.2	93.2	20/07/2013	10.5	0	54.5	21/01/2013	0	39.9	104.9	25/07/2012	8.7	0	56.3	27/01/2012
0	32.7	97.7	21/07/2013	8.7	0	56.3	22/01/2013	0	37.2	102.2	26/07/2012	11.4	0	53.6	28/01/2012
0	30.9	95.9	22/07/2013	5.1	0	59.9	23/01/2013	0	40.8	105.8	27/07/2012	13.2	0	51.8	29/01/2012
0	30.9	95.9	23/07/2013	6.9	0	58.1	24/01/2013	0	38.1	103.1	28/07/2012	13.2	0	51.8	30/01/2012
0	30	95	24/07/2013	7.8	0	57.2	25/01/2013	0	38.1	103.1	29/07/2012	6.9	0	58.1	31/01/2012
0	30	95	25/07/2013	0.6	0	64.4	26/01/2013	0	39.9	104.9	30/07/2012	8.7	0	56.3	01/02/2012
0	30	95	26/07/2013	5.1	0	59.9	27/01/2013	0	39.9	104.9	31/07/2012	15.9	0	49.1	02/02/2012
0	29.1	94.1	27/07/2013	6.9	0	58.1	28/01/2013	0	35.4	100.4	01/08/2012	20.4	0	44.6	03/02/2012
0	28.2	93.2	28/07/2013	6.9	0	58.1	29/01/2013	0	35.4	100.4	02/08/2012	15.9	0	49.1	04/02/2012
0	26.4	91.4	29/07/2013	6.9	0	58.1	30/01/2013	0	37.2	102.2	03/08/2012	15	0	50	05/02/2012
0	27.3	92.3	30/07/2013	12.3	0	52.7	31/01/2013	0	35.4	100.4	04/08/2012	15	0	50	06/02/2012
0	27.3	92.3	31/07/2013	12.3	0	52.7	01/02/2013	0	31.8	96.8	05/08/2012	9.6	0	55.4	07/02/2012
0	28.2	93.2	01/08/2013	6.9	0	58.1	02/02/2013	0	28.2	93.2	06/08/2012	5.1	0	59.9	08/02/2012
0	29.1	94.1	02/08/2013	10.5	0	54.5	03/02/2013	0	33.6	98.6	07/08/2012	6.9	0	58.1	09/02/2012
0	31.8	96.8	03/08/2013	10.5	0	54.5	04/02/2013	0	34.5	99.5	08/08/2012	6	0	59	10/02/2012
0	30.9	95.9	04/08/2013	6.9	0	58.1	05/02/2013	0	36.3	101.3	09/08/2012	9.6	0	55.4	11/02/2012
0	30	95	05/08/2013	6.9	0	58.1	06/02/2013	0	35.4	100.4	10/08/2012	15	0	50	12/02/2012
0	27.3	92.3	06/08/2013	4.2	0	60.8	07/02/2013	0	32.7	97.7	11/08/2012	11.4	0	53.6	13/02/2012
0	28.2	93.2	07/08/2013	4.2	0	60.8	08/02/2013	0	35.4	100.4	12/08/2012	8.7	0	56.3	14/02/2012
0	30	95	08/08/2013	0.6	0	64.4	09/02/2013	0	31.8	96.8	13/08/2012	4.2	0	60.8	15/02/2012
0	28.2	93.2	09/08/2013	3.3	0	61.7	10/02/2013	0	30	95	14/08/2012	4.2	0	60.8	16/02/2012
0	29.1	94.1	10/08/2013	3.3	0	61.7	11/02/2013	0	30	95	15/08/2012	6.9	0	58.1	17/02/2012
0	31.8	96.8	11/08/2013	6.9	0	58.1	12/02/2013	0	28.2	93.2	16/08/2012	6.9	0	58.1	18/02/2012
0	31.8	96.8	12/08/2013	7.8	0	57.2	13/02/2013	0	30	95	17/08/2012	14.1	0	50.9	19/02/2012
0	35.	100.	13/08/2	7.8	0	57.2	14/02/2	0	33.	98.6	18/08/2	14.	0	50.9	20/02/2

	4	4	013				013		6		012	1			012
0	32.7	97.7	14/08/2013	5.1	0	59.9	15/02/2013	0	35.4	100.4	19/08/2012	15.9	0	49.1	21/02/2012
0	36.3	101.3	15/08/2013	6.9	0	58.1	16/02/2013	0	32.7	97.7	20/08/2012	15.9	0	49.1	22/02/2012
0	34.5	99.5	16/08/2013	6.9	0	58.1	17/02/2013	0	30.9	95.9	21/08/2012	17.7	0	47.3	23/02/2012
0	38.1	103.1	17/08/2013	6	0	59	18/02/2013	0	27.3	92.3	22/08/2012	10.5	0	54.5	24/02/2012
0	33.6	98.6	18/08/2013	2.4	0	62.6	19/02/2013	0	29.1	94.1	23/08/2012	14.1	0	50.9	25/02/2012
0	31.8	96.8	19/08/2013	6.9	0	58.1	20/02/2013	0	30.9	95.9	24/08/2012	12.3	0	52.7	26/02/2012
0	32.7	97.7	20/08/2013	4.2	0	60.8	21/02/2013	0	31.8	96.8	25/08/2012	7.8	0	57.2	27/02/2012
0	33.6	98.6	21/08/2013	6	0	59	22/02/2013	0	30.9	95.9	26/08/2012	1.5	0	63.5	28/02/2012
0	30	95	22/08/2013	2.4	0	62.6	23/02/2013	0	35.4	100.4	27/08/2012	3.3	0	61.7	29/02/2012
0	30.9	95.9	23/08/2013	5.1	0	59.9	24/02/2013	0	34.5	99.5	28/08/2012	6	0	59	01/03/2012
0	31.8	96.8	24/08/2013	3.3	0	61.7	25/02/2013	0	30.9	95.9	29/08/2012	12.3	0	52.7	02/03/2012
0	27.3	92.3	25/08/2013	2.4	0	62.6	26/02/2013	0	28.2	93.2	30/08/2012	17.7	0	47.3	03/03/2012
0	26.4	91.4	26/08/2013	2.4	0	62.6	27/02/2013	0	30.9	95.9	31/08/2012	10.5	0	54.5	04/03/2012
0	28.2	93.2	27/08/2013	0	2.1	67.1	28/02/2013	0	26.4	91.4	01/09/2012	17.7	0	47.3	05/03/2012
0	24.6	89.6	28/08/2013	2.4	0	62.6	01/03/2013	0	30	95	02/09/2012	14.1	0	50.9	06/03/2012
0	30.9	95.9	29/08/2013	0	0.3	65.3	02/03/2013	0	26.4	91.4	03/09/2012	7.8	0	57.2	07/03/2012
0	32.7	97.7	30/08/2013	0.6	0	64.4	03/03/2013	0	26.4	91.4	04/09/2012	6	0	59	08/03/2012
0	32.7	97.7	31/08/2013	0	5.7	70.7	04/03/2013	0	29.1	94.1	05/09/2012	5.1	0	59.9	09/03/2012
0	33.6	98.6	01/09/2013	1.5	0	63.5	05/03/2013	0	30	95	06/09/2012	6	0	59	10/03/2012
0	36.3	101.3	02/09/2013	9.6	0	55.4	06/03/2013	0	28.2	93.2	07/09/2012	11.4	0	53.6	11/03/2012
0	33.6	98.6	03/09/2013	12.3	0	52.7	07/03/2013	0	26.4	91.4	08/09/2012	6.9	0	58.1	12/03/2012
0	33.6	98.6	04/09/2013	10.5	0	54.5	08/03/2013	0	25.5	90.5	09/09/2012	0	3.9	68.9	13/03/2012
0	28.2	93.2	05/09/2013	2.4	0	62.6	09/03/2013	0	27.3	92.3	10/09/2012	0	5.7	70.7	14/03/2012
0	23.7	88.7	06/09/2013	3.3	0	61.7	10/03/2013	0	27.3	92.3	11/09/2012	1.5	0	63.5	15/03/2012
0	23.7	88.7	07/09/2013	3.3	0	61.7	11/03/2013	0	26.4	91.4	12/09/2012	2.4	0	62.6	16/03/2012
0	24.6	89.6	08/09/2013	0	1.2	66.2	12/03/2013	0	26.4	91.4	13/09/2012	15	0	50	17/03/2012
0	25.5	90.5	09/09/2013	0	8.4	73.4	13/03/2013	0	25.5	90.5	14/09/2012	13.2	0	51.8	18/03/2012
0	25.5	90.5	10/09/2013	0	7.5	72.5	14/03/2013	0	23.7	88.7	15/09/2012	9.6	0	55.4	19/03/2012
0	24.6	89.6	11/09/2013	0	12	77	15/03/2013	0	24.6	89.6	16/09/2012	6	0	59	20/03/2012
0	23.7	88.7	12/09/2013	0	11.1	76.1	16/03/2013	0	28.2	93.2	17/09/2012	3.3	0	61.7	21/03/2012
0	24.6	89.6	13/09/2013	0	3.9	68.9	17/03/2013	0	24.6	89.6	18/09/2012	0.6	0	64.4	22/03/2012
0	27.3	92.3	14/09/2013	4.2	0	60.8	18/03/2013	0	23.7	88.7	19/09/2012	0.6	0	64.4	23/03/2012
0	29.1	94.1	15/09/2013	6	0	59	19/03/2013	0	24.6	89.6	20/09/2012	0	0.3	65.3	24/03/2012
0	25.5	90.5	16/09/2013	4.2	0	60.8	20/03/2013	0	25.5	90.5	21/09/2012	0	1.2	66.2	25/03/2012
0	21.9	86.9	17/09/2013	0	0.3	65.3	21/03/2013	0	29.1	94.1	22/09/2012	0	3.9	68.9	26/03/2012
0	22.8	87.8	18/09/2013	0	4.8	69.8	22/03/2013	0	24.6	89.6	23/09/2012	0	13.8	78.8	27/03/2012

0	25.5	90.5	19/09/2013	0	3	68	23/03/2013	0	21.9	86.9	24/09/2012	0	0.3	65.3	28/03/2012
0	21.9	86.9	20/09/2013	5.1	0	59.9	24/03/2013	0	21	86	25/09/2012	0	5.7	70.7	29/03/2012
0	26.4	91.4	21/09/2013	5.1	0	59.9	25/03/2013	0	21	86	26/09/2012	0	3	68	30/03/2012
0	24.6	89.6	22/09/2013	3.3	0	61.7	26/03/2013	0	24.6	89.6	27/09/2012	0.6	0	64.4	31/03/2012
0	21	86	23/09/2013	0	3.9	68.9	27/03/2013	0	23.7	88.7	28/09/2012	0	4.8	69.8	01/04/2012
0	19.2	84.2	24/09/2013	0	5.7	70.7	28/03/2013	0	22.8	87.8	29/09/2012	0	9.3	74.3	02/04/2012
0	15.6	80.6	25/09/2013	0	3.9	68.9	29/03/2013	0	22.8	87.8	30/09/2012	0	11.1	76.1	03/04/2012
0	14.7	79.7	26/09/2013	0	6.6	71.6	30/03/2013	0	22.8	87.8	01/10/2012	0	10.2	75.2	04/04/2012
0	17.4	82.4	27/09/2013	0	7.5	72.5	31/03/2013	0	23.7	88.7	02/10/2012	0	9.3	74.3	05/04/2012
0	17.4	82.4	28/09/2013	0	9.3	74.3	01/04/2013	0	23.7	88.7	03/10/2012	0	10.2	75.2	06/04/2012
0	19.2	84.2	29/09/2013	0	14.7	79.7	02/04/2013	0	25.5	90.5	04/10/2012	0	13.8	78.8	07/04/2012
0	18.3	83.3	30/09/2013	0	13.8	78.8	03/04/2013	0	21.9	86.9	05/10/2012	0	17.4	82.4	08/04/2012
0	20.1	85.1	01/10/2013	0	13.8	78.8	04/04/2013	0	21.9	86.9	06/10/2012	0	19.2	84.2	09/04/2012
0	19.2	84.2	02/10/2013	0	4.8	69.8	05/04/2013	0	25.5	90.5	07/10/2012	0	19.2	84.2	10/04/2012
0	21	86	03/10/2013	0	7.5	72.5	06/04/2013	0	22.8	87.8	08/10/2012	0	16.5	81.5	11/04/2012
0	18.3	83.3	04/10/2013	0	13.8	78.8	07/04/2013	0	20.1	85.1	09/10/2012	0	7.5	72.5	12/04/2012
0	16.5	81.5	05/10/2013	0	17.4	82.4	08/04/2013	0	20.1	85.1	10/10/2012	0	6.6	71.6	13/04/2012
0	13.8	78.8	06/10/2013	0	8.4	73.4	09/04/2013	0	21	86	11/10/2012	0	6.6	71.6	14/04/2012
0	4.8	69.8	07/10/2013	0	6.6	71.6	10/04/2013	0	17.4	82.4	12/10/2012	0	10.2	75.2	15/04/2012
0	3	68	08/10/2013	0	7.5	72.5	11/04/2013	0	12.9	77.9	13/10/2012	0	11.1	76.1	16/04/2012
0	4.8	69.8	09/10/2013	0	11.1	76.1	12/04/2013	0	14.7	79.7	14/10/2012	0	10.2	75.2	17/04/2012
0	8.4	73.4	10/10/2013	0	17.4	82.4	13/04/2013	0	20.1	85.1	15/10/2012	0	10.2	75.2	18/04/2012
0	12.9	77.9	11/10/2013	0	12.9	77.9	14/04/2013	0	19.2	84.2	16/10/2012	0	12	77	19/04/2012
				0	13.8	78.8	15/04/2013	0	16.5	81.5	17/10/2012	0	5.7	70.7	20/04/2012
				0	15.6	80.6	16/04/2013	0	18.3	83.3	18/10/2012	0	9.3	74.3	21/04/2012
				0	9.3	74.3	17/04/2013	0	19.2	84.2	19/10/2012	0	11.1	76.1	22/04/2012
				0	9.3	74.3	18/04/2013	0	15.6	80.6	20/10/2012	0	13.8	78.8	23/04/2012
				0	12	77	19/04/2013	0	13.8	78.8	21/10/2012	0	14.7	79.7	24/04/2012
				0	9.3	74.3	20/04/2013	0	7.5	72.5	22/10/2012	0	14.7	79.7	25/04/2012
				0	3.9	68.9	21/04/2013	0	7.5	72.5	23/10/2012	0	16.5	81.5	26/04/2012
				0	4.8	69.8	22/04/2013	0	12	77	24/10/2012	0	17.4	82.4	27/04/2012
				0	3.9	68.9	23/04/2013	0	12	77	25/10/2012	0	20.1	85.1	28/04/2012

فيما يخص متوسط درجات الحرارة فيتضح ان اقصى متوسط درجة حرارة عام 2012 كان في الصيف وبالتحديد في يوم الثالث والعشرون من يوليو والذي بلغ (107.6°F) وادنى متوسط في هذه السنة كان في الشتاء وبالتحديد في اليوم الحادي والعشرون من يناير والذي بلغ (38.3°F) وان اقصى متوسط عام 2013 كان في الصيف وبالتحديد في اليوم السابع عشر من اغسطس والذي بلغ (103.1°F) وادنى متوسط في

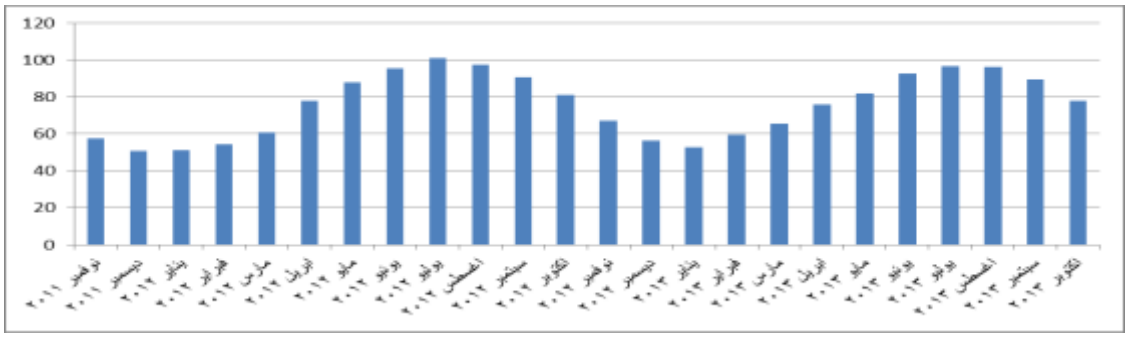
هذه السنة كان في الشتاء في يوم الثاني عشر من يناير (41°F) اما بقية الدرجات فقد تراوحت بين هاتين القيمتين المتطرفتين. وهذه النتائج تؤكد في اربعة حقائق اساسية. الاولى، ان لدرجات الحرارة حركة موسمية اذ انها تبلغ اقصاها في الصيف وادناها في الشتاء. الحقيقة الثانية، ان هناك ارتداداً للمتوسط في درجات فهي لايمكن ان تستمر في الارتفاع دون حدود ولايمكن ان تستمر في الانخفاض دون حدود انما تدور عن المعدل لكن مقدار الابتعاد او الاقتراب من المعدل يتباين من موسم لآخر ومن سنة لاخرى. الحقيقة الثالثة، ان هناك تبايناً في متوسط درجات الحرارة في مستوى المواسم السنوية، اذ ان اقصى متوسط لصيف 2012 كان اقي من نظيره لعام 2013 وبالعكس بالنسبة للقيمة الدنيا للمتوسط والواقع ان المدى بين القيمتين المتطرفتين لكل عام شهد الانخفاض (62.1 لعام 2013 مقابل 69.3 لعام 2012). وهذا يعني ان هناك اتجاهاً نحو صيف ابرد وشتاء" ادفأ وهذه الظاهرة مسجلة في مستوى العالم وسببها الاحترار العالمي والتي سيكون لها تاثير واضح في الطلب في الطاقة ، اذ ان ذلك معناه الانخفاض المتوقع بالطلب في الطاقة (ولاسيما الطاقة المتولدة من الوقود الاحفوري – النفط الخام وهذا هو محل اهتمام هذا البحث) في كلا الموسمين لانخفاض الطلب في التبريد والتدفئة في التوالي. الحقيقة الرابعة هي انه وفي الرغم من موسمية درجات الحرارة الا ان تحقق القيم المتطرفة لايقع بالضرورة في شهر محدد من الموسم والكلام نفسه ينطبق في القيم الاخرى الواقعة بين القيمتين المتطرفتين. وجميع هذه الحقائق الاربعة ظاهرة جليا" في الشكل (4).

الشكل (4) متوسط درجات الحرارة اليومية لمدينة بغداد للمدة (2011/11/1-2013/10/11)

ولعل تاكيد صحة هذه الحقائق الاربعة يبدوا جليا" عند التحول للبيانات الشهرية والموسمية. اذ يعرض الجدول (2) والشكل (5) المتوسطات الشهرية بينما يعرض الجدول (3) والشكل (6) المتوسطات الموسمية.

الجدول (2) المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة لمدينة بغداد خلال مدة المعاينة

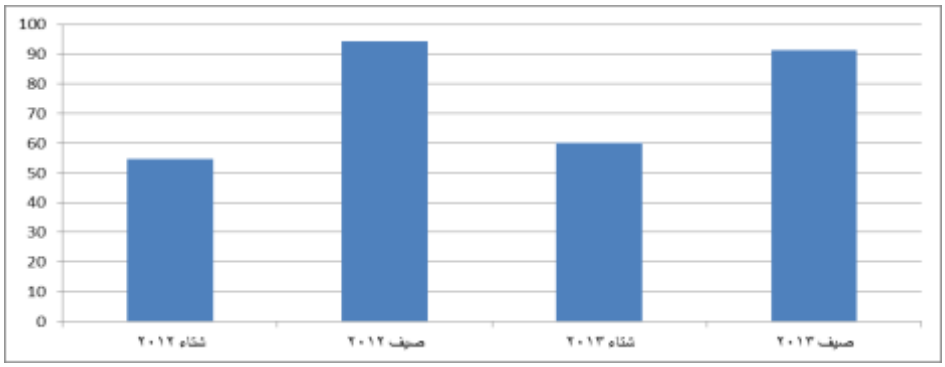
الشهر	المتوسط الشهري	الشهر	المتوسط الشهري	الشهر	المتوسط الشهري	الشهر	المتوسط الشهري
نوفمبر 2011	57.476	مايو 2012	87.638	نوفمبر 2012	67.04	مايو 2013	81.7903
ديسمبر 2011	50.59225	يونيو 2012	95.51	ديسمبر 2012	56.416	يونيو 2013	92.36
يناير 2012	51.01612	يوليو 2012	100.98	يناير 2013	52.7870	يوليو 2013	96.6258
فبراير 2012	54.22068	اغسطس 2012	97.380	فبراير 2013	59.642	اغسطس 2013	95.987
مارس 2012	60.5967	سبتمبر 2012	90.59	مارس 2013	65.3870	سبتمبر 2013	89.3
ابريل 2012	77.69	اكتوبر 2012	81.151	ابريل 2013	75.71	اكتوبر 2013	77.9818



الشكل (5) المتوسط الشهري لدرجات الحرارة لمينة بغداد خلال مدة المعاينة

الجدول (3) المتوسطات الموسمية لدرجات الحرارة لمدينة بغداد خلال مدة المعاينة

الموسم	المتوسط	الموسم	المتوسط
شتاء 2012	54.78	شتاء 2013	60.25
صيف2012	94.42	صيف 2013	91.21



الشكل (6) المتوسط الشهري لدرجات الحرارة لمدينة بغداد خلال مدة المعاينة

2.4 حساب وتحليل درجات التبريد والتدفئة اليومية المتراكمة شهريا" وموسميا" لمدينة بغداد خلال مدة المعاينة:

بضوء نتائج حساب متوسطات درجات الحرارة اليومية الظاهرة في الجدول (1) وباستخدام المعادلتين (3) و(4) فقد تم حساب درجات التبريد والتدفئة اليومية والتي ظهرت نتائجها في الجدول (1). وبالاعتماد في هذه النتائج تم حساب درجات التبريد والتدفئة اليومية المتراكمة شهريا" وموسميا" والنتائج ظاهرة في الجدولين (4) و(5) في التوالي.

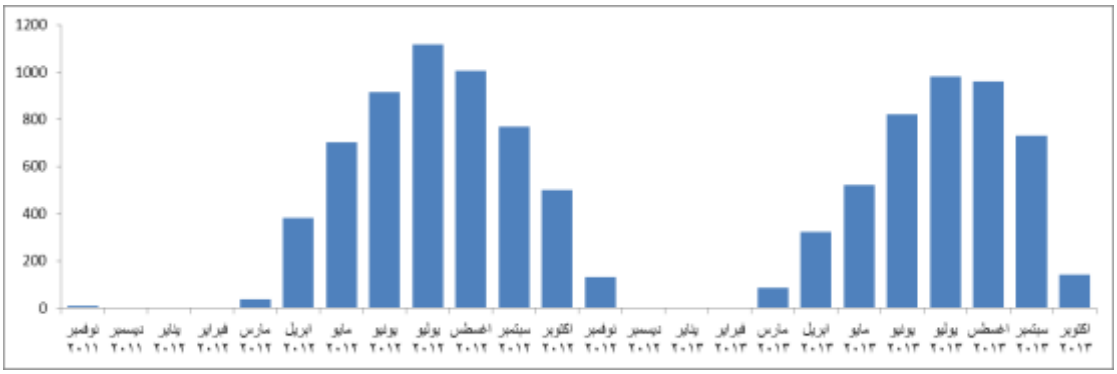
الجدول (4) درجات التبريد والتدفئة اليومية المتراكمة شهريا" لمدينة بغداد طوال مدة المعاينة

الشهر	CDDs	HDDs	الشهر	CDDs	HDDs	الشهر	CDDs	HDDs	الشهر	CDDs	HDDs
نوفمبر 2011	9.6	235.32	مايو 2012	701.8	0	نوفمبر 2012	131.4	70.2	مايو 2013	520.5	0
ديسمبر 2011	0	446.64	يونيو 2012	915.3	0	ديسمبر 2012	0	266.1	يونيو 2013	820.8	0
يناير 2012	0	433.5	يوليو 2012	1115.4	0	يناير 2013	0	378.6	يوليو 2013	980.4	0
فبراير 2012	0	312.6	اغسطس 2012	1003.8	0	فبراير 2013	2.1	152.1	اغسطس 2013	960.6	0
مارس 2012	37.8	174.3	سبتمبر 2012	767.7	0	مارس 2013	85.8	73.8	سبتمبر 2013	729	0
ابريل 2012	380.7	0	اكتوبر 2012	500.7	0	ابريل 2013	321.3	0	اكتوبر 2013	142.8	0

الجدول (5) درجات التبريد والتدفئة اليومية المتراكمة موسميا" لمدينة بغداد طوال مدة المعاينة

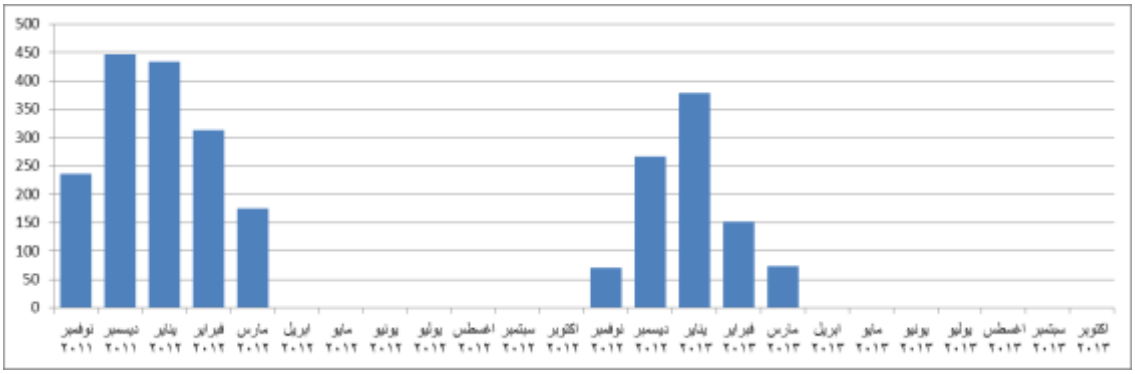
الموسم	CDDs	HDDs	الموسم	CDDs	HDDs
شتاء 2012	47.4	1602.36	شتاء 2013	219.3	940.8
صيف 2012	4504	0	صيف 2013	4011.3	0

فيما يخص درجات التبريد المتراكمة شهريا" فان ارقام الجدول (4) واضحة جدا" في دلالتها، اذ انها تتصاعد في اشهر الصيف وتتراجع كثيرا" في اشهر الشتاء. فيلاحظ ان اكبر درجة تبريد يومية متراكمة شهريا" خلال عام 2012 تحققت في اشهر الصيف عامة وبلغت اقصاها في شهر يوليو (1115.4) اما اقل درجة فقد بلغت الصفر او بالقرب منه في اشهر الشتاء من هذا العام ونفسه الكلام ينطبق في عام 2013، اذ انها تراكمت في اشهر الصيف لتبلغ اقصاها في شهر يوليو (980.4) وانحسرت لتبلغ الصفر في بعض اشهر هذه السنة، لكن الاختلاف بين الاثنين يكمن في ان المتراكم من درجات التبريد اليومية انخفض في اغلب اشهر صيف 2013 بالمقارنة مع اشهر صيف عام 2012 وكما هو واضح في الشكل (7).



الشكل (7) درجات التبريد اليومية المتراكمة شهريا" لمدينة بغداد خلال مدة المعاينة

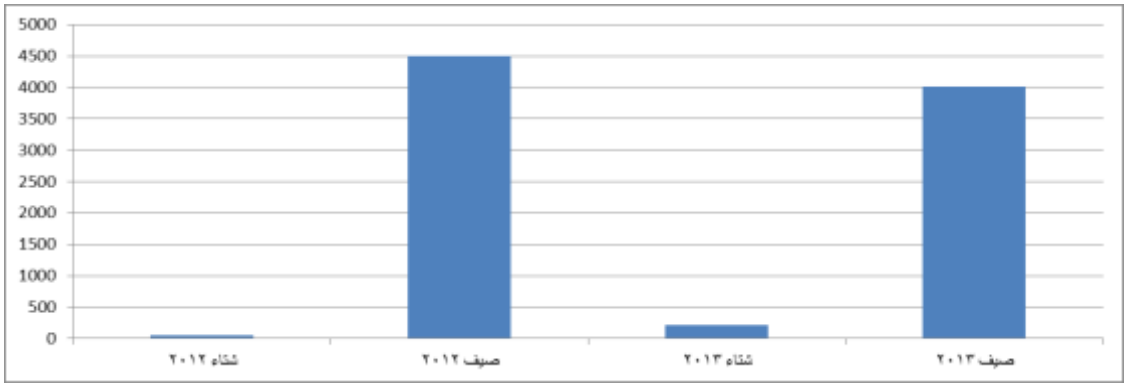
وبالنسبة لدرجات التدفئة اليومية المتراكمة شهريا" فان بيانات الجدول (4) جلية هي الاخرى في مضامينها،



الشكل (8) درجات التدفئة اليومية المتراكمة شهريا" لمدينة بغداد خلال مدة المعاينة

فهي تتصاعد في اشهر الشتاء وتنحدر لتبلغ الصفر في اشهر الصيف. اذ ان اكبر الدرجات تحققت خلال شتاء 2012 (446) واقل الدرجات (0) تحققت في جميع اشهر صيف 2012. وذات الملاحظة تنطبق في عام 2013، اذ انها تراكمت في اشهر الشتاء لتبلغ اقصاها في يناير 2013 (378) وبلغت الصفر في جميع اشهر الصيف. ولكن الفارق بين السنتين تمثل في ان المتراكم من درجات التدفئة اليومية انخفض في جميع اشهر شتاء 2013 بالمقارنة مع اشهر شتاء 2012 وكما هو واضح في الشكل (8).

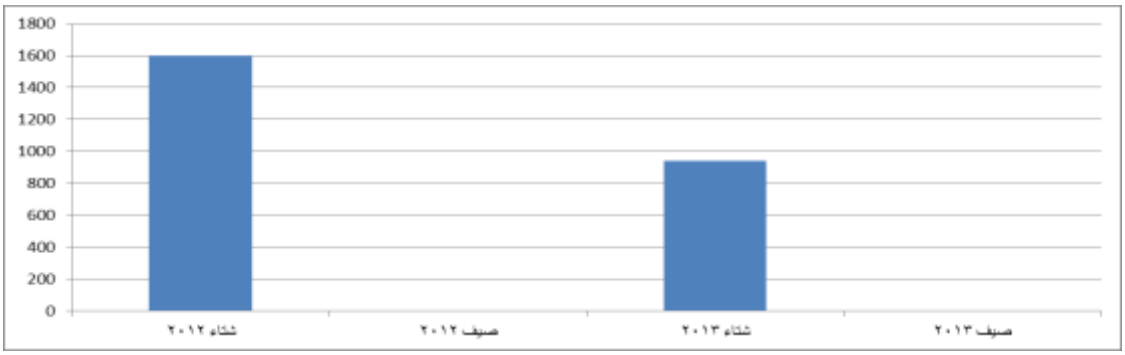
وعند العودة للجدول (1) ومراكمة درجات التبريد اليومية موسميا" فسيتم الحصول في النتائج الظاهرة في الجدول (5) والتي عرضها الشكل (9) بيانيا".



الشكل (9) درجات التبريد اليومية المتراكمة موسميا" لمدينة بغداد خلال مدة المعاينة

وعند تفحص الشكلان (7) و (9) يتم الوقوف في اربعة حقائق اساسية. فهناك موسمية في حركة درجات التبريد اليومية المتراكمة وان الظهور المتدرج للدرجات الشهرية يؤكد حقيقة ارتداد درجات الحرارة للمتوسط، كما ان تباين الدرجات المتراكمة لنفس الشهر او الموسم فيما بين السنوات يؤكد التباين في الحاجة للتبريد في مستوى الاشهر والمواسم السنوية فضلا" عن ان الحاجة للتبريد في صيف 2013 انخفضت عن نظيرتها لصيف 2012 (4011 مقابل 4504) مايؤكد الاتجاه نحو الانخفاض في درجات حرارة الصيف ما يعني انخفاض الحاجة للطلب في التبريد وفي الطاقة بالتبعية.

ويعرض الشكل (10) درجات التدفئة اليومية المتراكمة موسميا". وعند التمعن بالشكلين (8) و (10) يتم الوقوف في اربعة حقائق اساسية. فالموسمية واضحة في حركة درجات التدفئة اليومية المتراكمة كما ان الظهور المتدرج للدرجات الشهرية يؤكد حقيقة ارتداد درجات الحرارة للمتوسط كما ان تباين الدرجات المتراكمة الشهر أو الموسم نفسه فيما بين السنوات يؤكد التباين في الحاجة للتدفئة في مستوى الاشهر والمواسم السنوية فضلا" عن ان الحاجة للتدفئة في شتاء 2013 انخفضت عن نظيرتها لشتاء 2012 (940 مقابل 1602) مايؤكد الارتفاع في درجات حرارة الشتاء مايعني انخفاض الحاجة للطلب في التدفئة وفي الطاقة بالنتيجة.

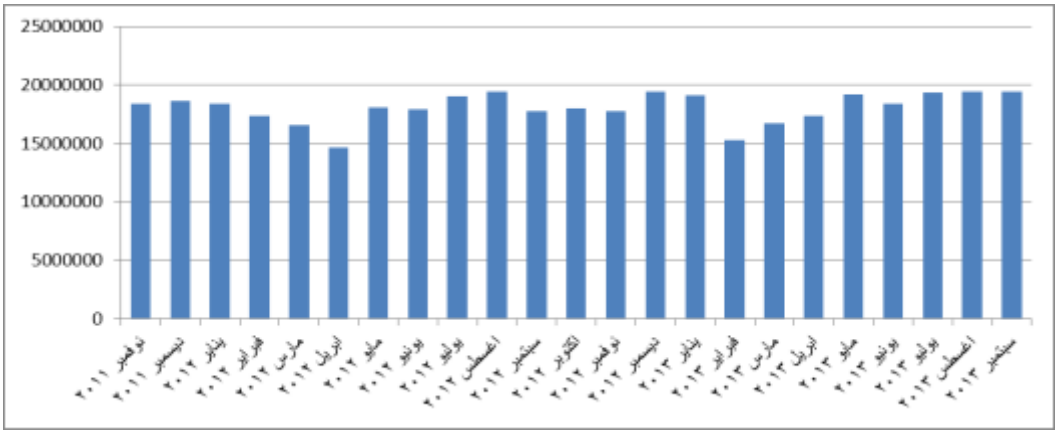


الشكل (10) درجات التدفئة اليومية المتراكمة موسميا" لمدينة بغداد خلال مدة المعاينة

3.4 العلاقة بين الدرجات اليومية والطلب في الطاقة:

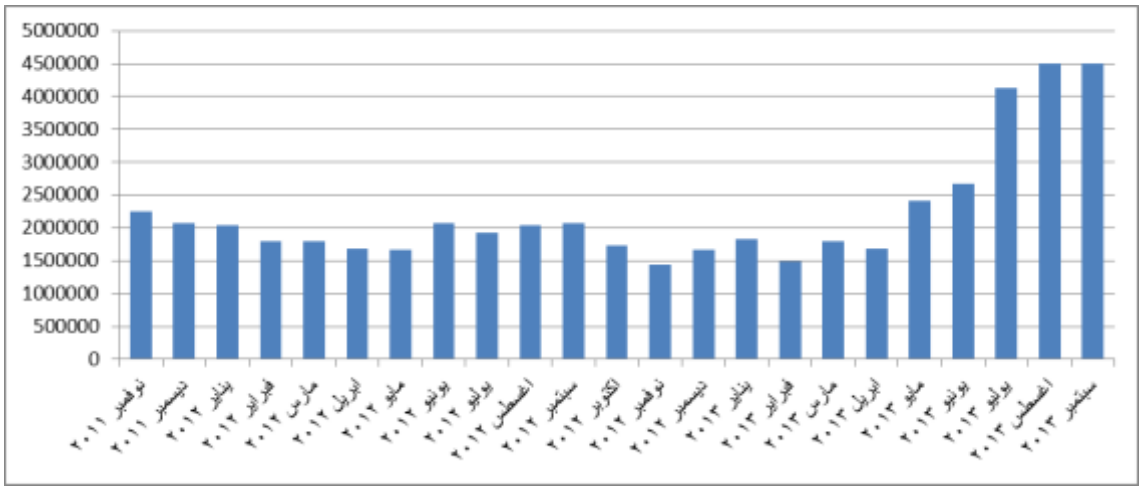
1.3.4 تحليل استهلاك النفط الخام :

بالاستناد الى البيانات الشهرية للنفط الخام العراقي المجهز للمصافي وللكهرباء والاجمالي فقد تم رسم الاشكال (11) و (12) و (13) والتي يتبين منها ان هناك موسمية واضحة في استهلاك الطاقة. فبالنسبة للنفط الخام المجهز للمصافي فيلاحظ بان استهلاك الطاقة في اشهر الصيف اكبر من اشهر الشتاء وذلك طبيعي لان النقل وحركة السفر واستهلاك السكان لمشتقات النفط الخام لأغراض التبريد (وذلك لوجود عجز في تجهيز الطاقة من جانب وزارة الكهرباء) يكون اكبر في الصيف. فضلا" عن ان الحاجة للتبريد صيفا" اكبر بكثير من الحاجة للتدفئة شتاء" لان صيف العراق اكثر حرارة بكثير من برودة شتاءه. كما ويلاحظ بان استهلاك اشهر شتاء 2013 اقل من استهلاك اشهر شتاء 2012 مايؤكد ارتفاع درجات حرارة الشتاء وانخفاض الحاجة للتدفئة بالتبعية، وان استهلاك اشهر صيف 2013 اكبر من 2012 والواقع ان بسبب ذلك لايعزى للنزعة لارتفاع درجة حرارة الصيف خلاف ماجرى بيانه في التحليل السابق انما يعزى للتزايد في الوحدات التكريرية

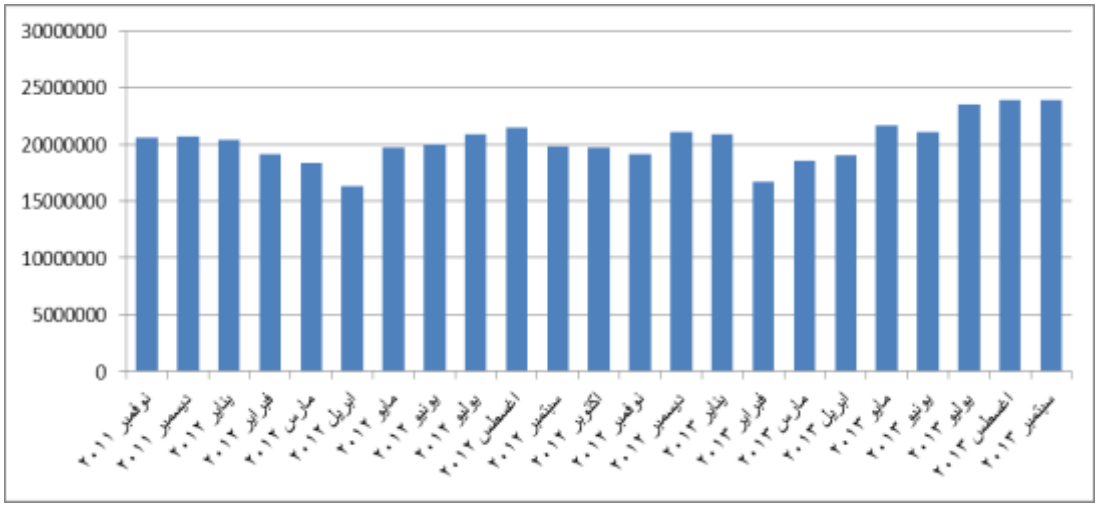


الشكل (11) النفط الخام المجهز شهريا" للمصافي العراقية طوال مدة المعاينة (برميل)

وفي طلب المصافي في النفط الخام وكل ذلك ظاهر بشكل جلي في الجدول (6) والشكل (14) اللذان يظهران الطلب الموسمي في الطاقة (النفط الخام) من جانب المصافي.



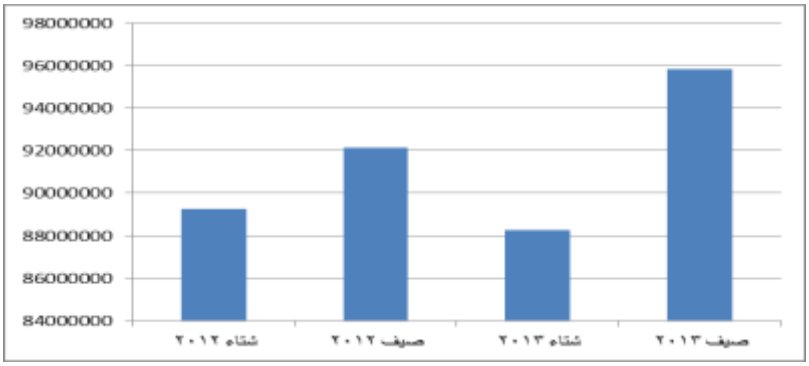
الشكل (12) النفط الخام المجهز شهريا" لوزارة الكهرباء العراقية طوال مدة المعاينة (برميل)



الشكل (13) النفط الخام الاجمالي المجهز شهريا" للاستهلاك المحلي العراقي طوال مدة المعاينة (برميل)

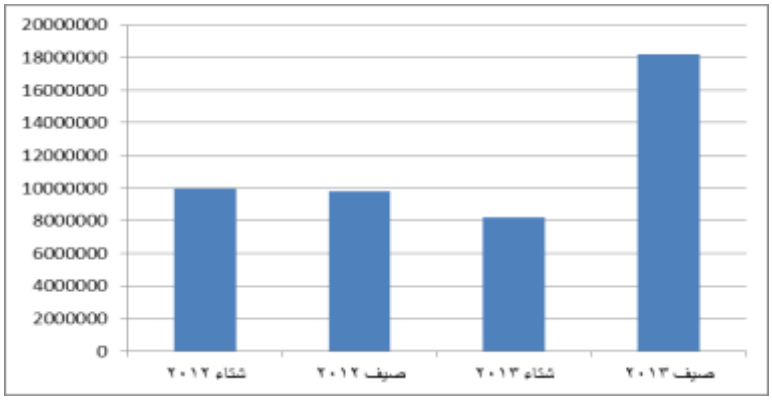
الجدول (6) الاستهلاك الموسمي للنفط الخام العراقي من قبل المصافي والكهرباء والاجمالي (برميل)

الموسم	النفط الخام المجهز للمصافي	النفط الخام المجهز للكهرباء	النفط الخام المجهز اجماليا"
شتاء 2012	89270000	9969000	99239000
صيف 2012	92152000	9782000	101934000
شتاء 2013	88263000	8225000	96488000
صيف 2013	95828000	18201000	114029000



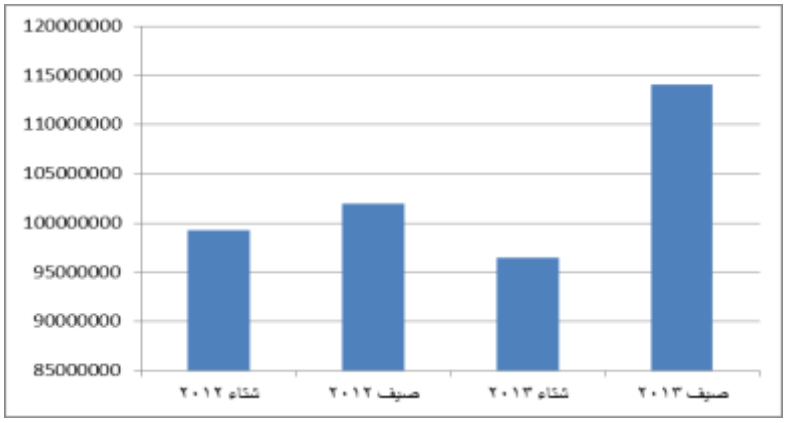
الشكل (14) النفط الخام المجهز موسميا" للمصافي طوال مدة المعاينة (برميل)

وبالنسبة للنفط الخام المجهز للكهرباء فتتجسد فيه الملاحظات السابقة نفسها. اذ ان استهلاك النفط الخام في اشهر الصيف اكبر عامة من اشهر الشتاء والسبب في ذلك درجات الحرارة العالية للغاية في الصيف مقارنة بالدرجات المنخفضة في الشتاء وان الحاجة للتبريد اكبر بكثير من الحاجة للتدفئة. كما ويلاحظ بان استهلاك اشهر شتاء 2013 اقل من استهلاك اشهر 2012 مايؤكد ارتفاع درجات حرارة الشتاء وانخفاض الحاجة للتدفئة من ثم انخفاض الحاجة للطلب في الطاقة. وان استهلاك اشهر صيف 2013 اكبر من 2013 وهنا فأن السبب ايضا" لايعزى للارتفاع القياسي بدرجات الحرارة (بل في العكس كما اوضح في التحليل السابق) انما يعزى لافتتاح وتشغيل العديد من وحدات الطاقة الانتاجية الجديدة للكهرباء في مناطق متعددة داخل العراق وازدياد الطلب في النفط الخام اللازم لتشغيلها وذلك في اطار السعي المزمع لجعل الطاقة المحلية قادرة في تلبية الطلب المحلي في الطاقة وكما هو موضح في الشكل (15) والذي يصور الطلب الموسمي في الطاقة من جانب وزارة الكهرباء.



الشكل (15) النفط الخام المجهز موسميا" للكهرباء طوال مدة المعاينة (برميل)

وكإجمالي فان نفس الحقائق السابقة تتجسد وللأسباب السالفة ذاتها وكما هو واضح بشكل جلي في الشكل (16).



الشكل (16) النفط الخام الاجمالي المجهز موسميا" للاستهلاك المحلي طوال مدة المعاينة (برميل)

2.3.4 تحليل العلاقة بين درجات الحرارة واستهلاك الطاقة (النفط الخام):

بضوء نتائج التحليلات السابقة ولغرض الكشف عن حقيقة العلاقة بين درجات الحرارة والطلب في الطاقة فقد تم تحليل الانحدار وفي ستة مستويات، المستوى الاول تحليل الانحدار بين متوسط درجات الحرارة الشهرية وبين الاستهلاك الشهري للطاقة من جانب المصافي، والمستوى الثاني تحليل الانحدار بين متوسط درجات

الحرارة الشهرية وبين الاستهلاك الشهري للطاقة من جانب الكهرباء ، والثالث تحليل الانحدار بين متوسط درجات الحرارة الشهرية وبين الاستهلاك الشهري الاجمالي للطاقة، والرابع تحليل الانحدار بين درجات التبريد والتدفئة اليومية المتراكمة شهريا" وبين الاستهلاك الشهري للطاقة من جانب المصافي، والخامس تحليل الانحدار بين درجات التبريد والتدفئة اليومية المتراكمة شهريا" وبين الاستهلاك الشهري للطاقة من جانب الكهرباء، واخيرا" تحليل الانحدار بين درجات التبريد والتدفئة اليومية المتراكمة شهريا" وبين الاستهلاك الشهري الاجمالي للطاقة.

بالنسبة للمستوى الاول من التحليل فقد تم حدر بيانات الاستهلاك الشهري النفط الخام من جانب المصافي (بعد اخذ اللوغاريتم الطبيعي لهذه البيانات لضمان استقرارية البيانات) في بيانات متوسط درجات الحرارة الشهري والنتائج ظاهرة في الجدول (7).

الجدول (7) نتائج تحليل انحدار الطلب الشهري للطاقة من جانب المصافي في المتوسط الشهري لدرجات الحرارة

P– Value	Significance	Beta	Intercept	R^2	R
6.77E-16	1.96E-15	0.21	0	0.95	0.975

ويتضح من الجدول بان العلاقة بين المتغيرين طردية وقوية جدا"، اذ بلغ معامل الارتباط (0.975) ويكشف معامل التحديد عن قدرة متوسط درجات الحرارة الشهري في تفسير (95%) من التغير بالطلب الشهري في الطاقة من جانب المصافي وهي علاقة قوية جدا" ومعنوية عند مستوى ثقة (95%). ويتضح من قيمة البيتا ان التغير بمتوسط درجات الحرارة الشهري بنسبة (100%) يفضي الى تغير بالطلب الشهري في الطاقة من جانب المصافي بنسبة (21%). وبذلك فان معادلة هذا الانحدار كالاتي:

$$LnY_1 = 0 + 0.21X_1$$

وعند النظر لقيم المعنوية والاحتمال يتبين ان الخطأ في قرار رفض الفرضية لايكاد يختلف عن الصفر مايؤكد رفض الفرضية الفرعية الاولى من الفرضية الرئيسة السادسة للبحث وهذا يعني ان هناك علاقة ارتباط واثر معنويان بين متوسط درجات الحرارة الشهري وبين المتوسط الشهري لاستهلاك الطاقة من جانب المصافي.

وبالنسبة للمستوى الثاني من الانحدار، فقد حدرت بيانات الاستهلاك الشهري للنفط الخام من جانب الكهرباء (بعد اخذ اللوغاريتم الطبيعي)في بيانات متوسط درجات الحرارة الشهري والنتائج ظاهرة في الجدول (8).

الجدول(8)نتائج تحليل انحدار الطلب الشهري في الطاقة من جانب الكهرباء في المتوسط الشهري لدرجات الحرارة

P– Value	Significance	Beta	Intercept	R^2	R
2.93E-16	8.8E-16	0.184	0	0.954	0.977

ويؤكد الجدول ايضا" في العلاقة الطردية القوية جدا" بين المتغيرين كما ان القوة التفسيرية للنموذج كبيرة جدا" ومعنوية عند مستوى ثقة (95%). ويتضح من قيمة البيتا ان التغير بمتوسط درجات الحرارة الشهري بنسبة (100%) يفضي الى تغير بالطلب الشهري في الطاقة من جانب الكهرباء بنسبة (18.4%). وبذلك فان معادلة هذا الانحدار كالاتي:

$$LnY_2 = 0 + 0.184X_1$$

وعند النظر لقيم المعنوية والاحتمال يتبين ان الخطأ في قرار رفض الفرضية لايكاد يختلف عن الصفر مايؤكد رفض الفرضية الفرعية الثانية من الفرضية الرئيسة السادسة للبحث وهذا يعني ان هناك علاقة ارتباط واثر معنويان بين متوسط درجات الحرارة الشهري وبين المتوسط الشهري لاستهلاك الطاقة من جانب الكهرباء.

ويعرض الجدول (9) نتائج انحدار المستوى الثالث الذي يدرس العلاقة بين المتوسط الشهري لدرجات الحرارة وبين الاجمالي الشهري لاستهلاك الطاقة.

الجدول (9) نتائج تحليل انحدار الطلب الاجمالي الشهري في الطاقة في المتوسط الشهري لدرجات الحرارة

P– Value	Significance	Beta	Intercept	R^2	R
6.15E−16	1.79E−15	0.212	0	0.951	0.975

نتائج الجدول تدعم نتائج التحليل السالفة فيما يخص قوة ومعنوية علاقة الارتباط والاثر بين المتوسط الشهري لدرجات الحرارة وبين الاستهلاك الشهري الاجمالي للطاقة في العراق وذلك بحسب معادلة الانحدار الاتية: $LnY_3 = 0 + 0.212X_1$

مايؤكد رفض الفرضية الفرعية الثالثة من الفرضية الرئيسة السادسة للبحث.

نتائج تحليل المستوى الرابع من الانحدار ظاهرة في الجدول (10). ويتبين منها بان العلاقة بين المتغيرين المستقلين(CDD و HDD) وبين المتغير التابع (الاستهلاك الشهري للطاقة من جانب المصافي) طردية وقوية جدا"، اذ بلغ معامل الارتباط (0.935) ويكشف معامل التحديد عن قدرة درجات التبريد والتدفئة اليومية المتراكمة شهريا" مجتمعة في تفسير قرابة (88%) من التغير بالطلب الشهري في الطاقة من جانب المصافي وهي علاقة قوية جدا" ومعنوية عند مستوى ثقة (95%).

الجدول(10)نتائج تحليل انحدار الطلب الشهري في الطاقة من جانب المصافي في درجات التبريد والتدفئة الشهرية

P- Value		Significance	Beta		Intercept	R^2	R
HDDs	CDDs		HDDs	CDDs			
2.21E-07	5.09E-09	5.96E-10	0.051	0.021	0	0.875	0.935

معادلة هذا الانحدار كالاتي:

$$LnY_1 = 0 + 0.021X_2 + 0.051X_3$$

وعند النظر لقيم المعنوية والاحتمال يتبين ان الخطأ في قرار رفض الفرضية لايكاد يختلف عن الصفر مايؤكد رفض الفرضية الفرعية الرابعة من الفرضية الرئيسة السادسة للبحث وهذا يعني ان هناك علاقة ارتباط واثر معنويان بين درجات التبريد والتدفئة المتراكمة شهريا" وبين المتوسط الشهري لاستهلاك الطاقة من جانب المصافي.

اخيرا" يعرض الجدولان (11) و (12) نتائج تحليل المستويان الخامس والسادس من الانحدار والتي تؤكد في قوة ومعنوية علاقة الارتباط والاثر بين درجات التبريد والتدفئة الشهرية وبين كل من المتوسط الشهري لاستهلاك الطاقة من جانب الكهرباء والمتوسط الشهري الاجمالي لاستهلاك الطاقة في العراق مايعني رفض الفرضيتان الفرعيتان الخامسة والسادسة من الفرضية الرئيسة السادسة للبحث.

وبناءا"في ماتقدم فأن رفض الفرضيات الفرعية الست يعني بالضرورة رفض فرضية البحث الرئيسة السادسة.

الجدول(11)نتائج تحليل انحدار الطلب الشهري في الطاقة من جانب الكهرباء في درجات التبريد والتدفئة الشهرية

P- Value		Significance	Beta		Intercept	R^2	R
HDDs	CDDs		HDDs	CDDs			
1.94E-07	3.26E-09	4.25E-10	0.044	0.018	0	0.88	0.938

الجدول(12)نتائج تحليل انحدار الطلب الشهري الاجمالي للطاقة في درجات التبريد والتدفئة الشهرية

P- Value		Significance	Beta		Intercept	R^2	R
HDDs	CDDs		HDDs	CDDs			
2.19E-07	4.86E-09	5.76E-10	0.052	0.021	0	0.88	0.936

قبل الختام ولأغراض بيان مدى تكافؤ الطلب في التبريد والتدفئة في العراق فقد تم تحليل انحدار الطلب الشهري الاجمالي في الطاقة في العراق تارة في درجات التبريد الشهرية لوحدها وتارة في درجات التدفئة الشهرية لوحدها والنتائج ظاهرة في الجدولين (13) و (14).

الجدول(13)نتائج تحليل انحدار الطلب الشهري الاجمالي للطاقة في درجات التبريد الشهرية

P– Value	Significance	Beta	Intercept	R^2	R
4.24E-05	4.85E-05	0.021	0	0.54	0.736

الجدول(14)نتائج تحليل انحدار الطلب الشهري الاجمالي للطاقة في درجات التدفئة الشهرية

P– Value	Significance	Beta	Intercept	R^2	R
0.002	0.002	0.052	0	0.34	0.585

ومنهما يتضح بشكل جلي ان ارتباط استهلاك الطاقة بدرجات التبريد في العراق اقوى بكثير من ارتباطه بدرجات التدفئة وهذا يؤكد نتائج التحليلات السابقة التي اشرت الى حاجة العراق للتبريد صيفا" اكثر من حاجته للتدفئة شتاءا".

5. الاستنتاجات والتوصيات

1.5 الاستنتاجات :

1. ان لمتوسط درجات الحرارة اليومية نزعة للارتداد للمتوسط وهذا يتعارض مع فرضية البحث الاولى.
2. ان هناك نزعة لمتوسطات درجات الحرارة نحو الانخفاض صيفا" والارتفاع شتاء" في العراق وهذا يتعارض مع فرضية البحث الثانية.
3. ان هناك تبايناً في زمن تحقق القيم المتطرفة لمتوسطات درجات الحرارة للأشهر والمواسم من سنة لأخرى وهذا يتعارض مع فرضية البحث الثالثة.
4. ان هناك تباين في الحاجة للتبريد والتدفئة الشهرية والموسمية في المستوى السنوي وهذا يتعارض مع فرضية البحث الرابعة.
5. ان هناك اتجاهاً نحو الانخفاض في الحاجة للتبريد والتدفئة الموسمية في المستوى السنوي وهذا يتعارض مع فرضية البحث الخامسة.
6. ان هناك علاقة ارتباط واثر معنويان بين التقلب بدرجات الحرارة (سواء المتوسط ام درجات التبريد والتدفئة اليومية) وبين الطلب في الطاقة وهذا يتعارض مع فرضية البحث السادسة.
7. ان الطلب الحالي في الطاقة في العراق غير متكافيء لان العلاقة بين درجات التبريد اليومية (CDD) وبين استهلاك الطاقة اقوى بكثير من العلاقة بين درجات التدفئة اليومية (HDD) واستهلاك الطاقة. فهناك حاجة للتبريد في الصيف اكبر بكثير من الحاجة للتدفئة في الشتاء.

8. ان التباين المؤقت والخاص بدرجات الحرارة يؤثر في انشطة الانسان المختلفة مثل توليد الطاقة واستهلاكها ونضوب الموارد المائية والانتاج الزراعي والبنية التحتية العمرانية وذوبان الثلوج وتأثير الانجماد او تساقط الثلج في انظمة النقل وفي تواريخ الازهار والحصاد وفي الطاقة الكهربائية اللازمة للتدفئة او التبريد في المدن الكبيرة. وكل ماتقدم ماهو الا مثال صغير في القائمة الطويلة من الانشطة. كما ان الاعباء الاضافية للطاقة اللازمة لأغراض التدفئة او التبريد مرتبطة ايضا" بدرجات الحرارة اليومية مقارنة بالمستوى التصميمي او المستوى الاساس.

9. في الرغم من قوة ومعنوية علاقة الارتباط والاثر بين التقلب بدرجات الحرارة وبين الطلب في الطاقة في العراق الا انها كانت لتظهر اقوى لو كانت ظروف البلد طبيعية والسبب هو عدم مرونة عرض المشتقات النفطية وكذلك الطاقة الكهربائية بسبب تجهيز النفط الخام بتواريخ تحددها وزارة النفط وبموجب البطاقة التموينية وهذا لايتيح حرية حركة العرض مع الطلب في المستوى الزمني كما ان العجز الحاد في عرض الكهرباء بسبب قصور الطاقة التوليدية هو الذي يجعل عرض الطاقة الكهربائية غير مرن من ثم فان ارتفاع درجات الحرارة وانخفاضها لايتحسسه استهلاك الطاقة بالقوة والاتجاه المفترضين بسبب العجز في العرض اصلا".

2.5 التوصيات:

1. ضرورة استعانة العراق بأسواق الطقس الدولية لمواجهة تهديدات وتحديات مخاطرة التقلب بالطقس وتحويط اثارها السلبية في الطلب في منتجات الطاقة المختلفة. فإلى جانب الحلول التقليدية لإدارة المخاطرة، فان مشتقات الطقس يمكنها الان حماية عوائد الطاقة من الانخفاضات المتوقعة بالطلب. وغني عن البيان ان قابلية التنبؤ واستقرار التدفقات النقدية لهما اهمية بالغة لقطاع الطاقة. ولان تحويط الطقس يمكن ان يحقق الاستقرار بالعوائد فانه بالإمكان اقامة مشاريع الطاقة المتجددة بمساهمة القطاع الخاص وذلك لأنه يمكنها من تحقيق نتائج مستقرة ومتنبأ بها يثمنها المستثمرون والمقرضون من القطاع الخاص، وكل ذلك يسهم في دعم وتعزيز الطاقة في العراق وتنويع مصادر ايرادات الموازنة العامة وتفعيل نشاط القطاع الخاص.

2. ان نزعة درجات الحرارة في العراق (والعالم ايضا") للارتداد للمتوسط لها مضامينها البالغة الاهمية لناحية صياغة الافتراضات الدقيقة الضرورية لنمذجة درجات الحرارة تمهيدا" لتسعير العقود المحررة عليها فلايصح عند اذ اعتماد النماذج المستندة لافتراض التوزيع الطبيعي لدرجات الحرارة.

3. ان التباين في الحاجة للتدفئة والتبريد في العراق ونزعتها للانخفاض في المستوى الشهري والموسمي والسنوي يؤكد من جانب في النزعة المحتملة لانخفاض الطلب في الطاقة بالمستقبل في العراق ويلفت النظر من جانب اخر الى ان الطلب العالمي في الطاقة من المحتمل ان ينخفض هو الاخر بسبب التقلب بالطقس لذا ينبغي في راسم السياسة الاقتصادية ادخال عامل الطقس المهم للغاية في معادلة تقدير الطلب المتوقع في النفط الخام العراقي في السنوات القادمة لما لذلك من تأثير مباشر في ايرادات النفط المتوقعة لاسيما وان اقتصاد العراق وموازنته تعتمد بالمطلق في هذه الايرادات.

4. ان التحكم بالطقس كان ومازال وسيظل نابضا" وحيويا". فخلال عقدي الستينيات والسبعينيات من القرن الماضي بدأ التسليع المباشر للطقس يصبح واقعا" عبر برامج صناعة الغيوم الاصطناعية (Cloud Seeding) لكن هذه البرامج كانت اقل نجاحا" مما امل الكثيرون بسبب عدم موثوقية المطر منها وتساقطه في الغالب بالأماكن الخطأ. ولم يعد الطقس موضوعا" ينبغي تركه للصدفة انما ينبغي التحكم به والسيطرة عليه

وادارته. والطقس حدث ذو قيمة عالية لذلك فان المعلومات المتعلقة به او بالتحكم به لم تعد مهمة وحيوية فحسب انما اضحت حاجة ضرورية للمجتمع المعاصر. وكما اشار (Bernstein,1998) فان المجتمع المعاصر يتسم بالإيمان بإمكانية التحكم بالمخاطرة.

5. ان التأثيرات السلبية للتغير المناخي اضحت جلية وهي منذرة لكل من مجتمع العلماء وسائر شرائح المجتمع في حد سواء. فهي ربما تترجم الى هزات ارضية كتلك التي ضربت إندونيسيا خلال (سبتمبر–اكتوبر) 2009 والتي فقد فيها الاف الناس حياتهم وشرد العشرات الى جانب خسائر اقتصادية ضخمة او تترجم الى فيضانات كتلك التي تسببت بالخراب والدمار في باكستان خلال (يوليو–اغسطس) 2010. ولعل تسونامي اليابان واعصار ساندي (امريكا) واعصار هايان الاخير(الفلبين) هي الاعنف ماديا" ومعنويا". وبغض النظر عن الزمان والمكان فهي تشكل معضلة وينبغي اتخاذ التدابير التصحيحية الفورية من قبل جميع قطاعات المجتمع. والمجالات التصحيحية الاكثر اهمية ربما تكون بالتخفيض الاستثنائي في انبعاثات الغازات فضلا" عن المحافظة في الطاقة والسلع الاساسية الاخرى.

المصادر

اولا" : الكتب

1. Chance, Don M., and Robert Brooks, An Introduction to Derivatives and Risk Management, 8th ed., Canada: South-Western, 2010.
2. Hull, John C., Risk Management and Financial Institutions, 2nd ed., Boston: Pearson, 2010.

ثانيا" : الدوريات:

3. Brockett, P. L., Wang, M., and Yang, C., Weather Derivatives and Weather Risk Management, Risk Management and Insurance Review, Vol. 8, No. 1, 2005.
4. Hamlit, A., Lee, S., Mickelson, K., and Elser, M., Effect of projected Climate Change on Energy Supply and Demand in the Pacific Northwest and Washington State, Climate Change, Vol. 102, 2010.
5. Ku, Anne, Betting on the Weather, Global Energy Business, July/August, 2001.
6. Pollard, J., Oldfield, J., Randalls, S., and Thornes, J., Firm Finances, Weather Derivatives and Geography, Geoforum, Vol. 39, No. 2, 2008.

ثالثا" : الرسائل والاطاريح :

7. Liu, Xin, Weather Derivatives: A Contemporary Review and Its Application in China, A Thesis Presented in part for the degree of MA Finance & Investment, 2006.
8. Randalls, Samuel C., Firm, Finance and the Weather: The UK Weather Derivatives Market, A Dissertation Presented in part for the degree of Doctor of Philosophy, 2006.

رابعا" : شبكة المعلومات الدولية :

9. Buckley, N., Hamilton, A., Harding, J., Roche, Ross, N., Sands, E., Skelding, R., Watford, N., and Whitlow, H., European Weather Derivatives, 2004.
10. Cao, M., Li, A., and Wei, J., Weather Derivatives: A new Class of Financial Instruments, 2004.
11. CEAG, Consilience Energy Advisory Group, Financial Adaptation to Climate Change: The Role of Weather Derivatives, 2010.
12. Gabbi, Giampaolo, Weather Derivatives: Introduction, 2006.
13. Mraoua, M., Temperature Stochastic Modeling and Weather Derivatives Pricing, 2005.