# الخصائص الحرارية للمناخ وتأثيرها على انتاج الطاقة الكهربائية من المحطات البخارية في العراق

أ.م.د نظير صبار حمد المحمدي علاء شلال فرحان الفهداوي

## المستخلص

يعد المناخ العامل الرئيسي المؤثر في انتاج الطاقة الكهربائية من المحطات البخارية، اذ تكون درجة الحرارة هي العامل الفعال والمؤثر في انتاج هذه المحطات، إذ أن لتغيرات درجة الحراة خلال فصول وشهور السنة اثراً على انتاج الطاقة الكهربائية منها، إذ يؤثر تغير درجة الحرارة على كفاءة الاحتراق وبالتالي التأثير على مستوى أداء الوحدة المنتجة للطاقة الكهربائية.

## Abstract

The climate considers the main effective factor which has influence on production of electric power in steam stations, temperature is the most active factor that influences the production of these stations, and the variations in temperature through the seasons of the year have great influence on production of electric power. Temperature influences the efficiency of burning which leads to influence the performance of electric power supply unit.

**منطقة الدراسة:**

النطاق المكاني : يشمل العراق الواقع بين دائرتي عرض (٢٩ ٥° ، ٢٢ ٣٧°) شمالاً، وبين خطي طول (٣٨ ٤٥° ، ٤٨ ٤٥°)، والذي يحده من الشمال جمهورية تركيا، ومن الجنوب دولة الكويت والمملكة العربية السعودية، ومن الغرب المملكة الاردنية الهاشمية والجمهورية السورية ومن الشرق ايران، الخريطة رقم (١).

**النطاق الزماني:** ويشمل بيانات الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية للمدة (١٩٨١– ٢٠١٢)، وبيانات وزارة الكهرباء وقد امتدت للمدة (٢٠٠٣– ٢٠١٢).

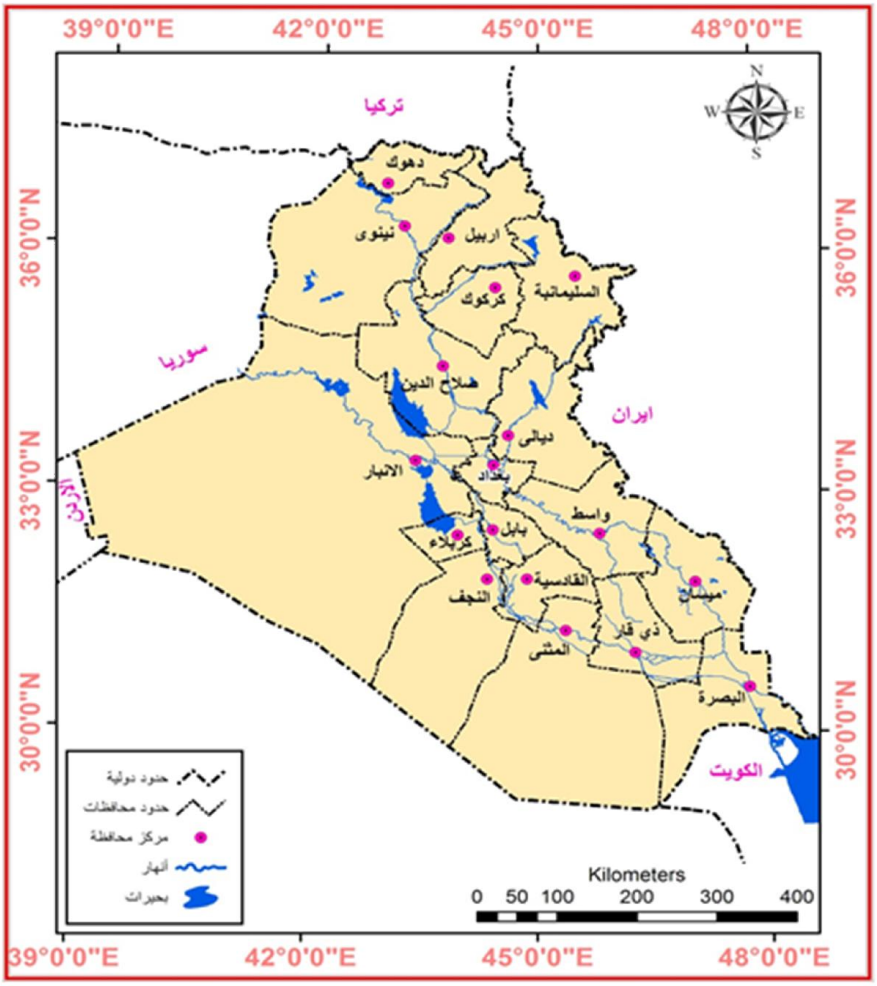
**مشكلة الدراسة:**

تتلخص مشكلة الدراسة الرئيسية بـ(يتأثر انتاج الطاقة الكهربائية من المحطات البخارية في العراق بتغير الخصائص الحرارية للمناخ).

**فرضية الدراسة:**

(يعد التغير في درجة الحرارة العامل المؤثر الاكبر في انتاج الطاقة الكهربائية من المحطات البخارية في العراق).

خريطة رقم (١): حدود منطقة الدراسة




المصدر: وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الإدارية، لعام٢٠١٢، مقياس رسم ١: ٥٠٠٠٠٠.

**المحطات البخارية وتوزيعها الجغرافي في العراق:**

تنتشر هذه المحطات بالقرب من شواطئ البحار او مجاري الانهار وكذلك بالقرب من مصادر الوقود ومراكز استهلاك الطاقة[١] وغالبا ما تشيد هذه المحطات في المواقع التي

تتوفر فيها عدة شروط اهمها توفر كمية كبيرة من المياه اللازمة لتامين دورة البخار وتوفر وسائل نقل منخفضة التكلفة لجلب الوقود الى المحطة مثل القطارات او الانابيب ويستحسن ان تشيد بالقرب من حقول النفط وذلك لخفض تكاليف نقل الوقود وضمان استمرارية توفر مساحات شاسعه من الاراضي تلبي حاجة المحطة حسب الخطة الانية والمستقبلية بحيث تتسع لانشاء مباني المحطة والمرافق التابعة لها وان تسمح بتوسعها مستقبلا ويكون الموقع بعيدا عن المدن لتجنبها التلوث الذي يصيب البيئة نتيجة الغازات المختلفة التي تنتج عن الاحتراق كظاهرة الاحتباس الحراري ولهذه المحطات جملة من المميزات تتمثل بالاتي:

١- قدراتها العالية مقارنة مع المحطات الحرارية الاخرى كالغازية او الديزل.

٢- امكانية انشائها قرب المستهلك في مكان تتوفر فيه المياه اللازمة ويسهل جلب الوقود اليه.

٣- امكانية تشغيلها لفترات طويلة دون توقف.

٤- امكانية استخدامها لأغراض اخرى كتحلية المياه[٢]. الأمر الذي يجعلها ثنائية الإنتاج خاصة في البلاد التي تقل فيها مصادر المياه العذبة.

٥- تتميز بسعات تصميمية عالية لا تقل وحداتها عن (٥٠٠) ميكا واط.

٦- لسعاتها التصميمية العالية ولكفاءتها عادة ما تستخدم لتغطية الحمل الأساسي.

٧- تستعمل هذه المحطات أنواع مختلفة من الوقود حسب الأنواع المتوفرة مثل النفط الخام، زيت الوقود، زيت الديزل، زيت الغاز، الغاز الطبيعي.

اما اهم عيوبها فتتمثل بالتأثيرات المباشرة وغير المباشرة على البيئة فتساهم في تلوثها من خلال استخدام أنواع ثقيلة من الوقود مثل النفط الخام من جانب واستعمالها إلى المياه المعالجة بالمواد الكيماوية بكميات كبيرة لأغراض التبريد الأمر الذي يؤثر سلبا على كمية المواد الكيماوية التي تتسرب إلى المياه السطحية والجوفية والتربة، وكذلك لما تنتجه المحروقات من ثاني اوكسيد الكاربون ($Co_2$) عند احتراقها وما يسببه هذا الغاز من انحباس حراري فضلا عن الغازات الاخرى مثل ثاني اوكسيد الكبريت ($So_2$) واوكسيد النيتروس (Nox)[٣]، وتتأثر بشكل كبير بانخفاض مناسيب المياه لأهميتها في صناعة البخار ولأغراض التبريد، كما يكون لبعض عناصر المناخ تأثيرا سلبيا على مستوى اداء هذه المحطات لاسيما تغير درجات الحرارى.

تتطلب المحطات البخارية إلى صناعة البخار الذي بدوره يدخل التوربين لإتمام عملية إنتاج الكهرباء كما يحتاج بعد خروجه من التوربين إلى أجهزة أخرى للتبريد وإعادة التكثيف مما ينعكس على ارتفاع كلفة رأس المال الاستثماري عند إنشائها.

كما تتطلب لأيدي عاملة كبيرة لتعدد أجزاء المحطات البخارية وكميات كبيرة من الوقود مما يرفع من الكلفة التشغيلية لها بالمقارنة مع الأنواع الأخرى.

تمثل هذه المحطات العنصر الرئيسي للإنتاج في العراق وتمتاز بمساهمتها بصورة رئيسية في تغذية الطلبات الاعتيادية من الطاقة الكهربائية لما تمتلكه من طاقات توليدية عالية وينتشر هذا النوع من المحطات في مناطق مختلفة من العراق بالقرب من مجاري الانهار.

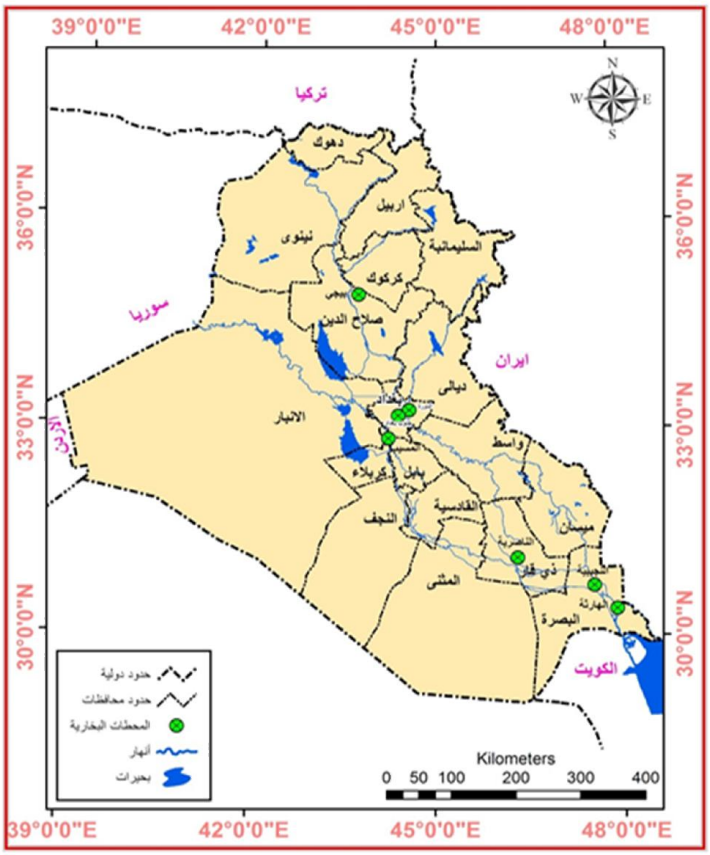
ويوجد في العراق سبعة محطات بخارية والتي تتباين في سعاتها التصميمية والطاقة المنتجة منها وكما يبدو في الجدول رقم (١) والخريطة رقم (٢)، التي توضح التوزيع الجغرافي للمحطات البخارية واماكن تواجدها، اذ يتضح ان مجموع السعات التصميمية بلغت (٤٨٢٠) ميكا واط، والطاقة المنتجة لهذه المحطات بلغت (١٣٢٥٣٦٠) ميكا واط/ ساعة، ومعدل قدرة بلغت (١٧٣٠) ميكاواط، وبلغ عدد الوحدات العاملة (٢٤) وحدة، وتمثل محطة بيجي المرتبة الاولى من حيث سعتها التصميمية والتي بلغت (٢٢*٦) ميكا واط والتي تساوي (١٣٢٠) ميكا واط الا ان انتاجها بلغ (٢٠٧٩٤٠٤) ميكا واط/ ساعة، لان عدد الوحدات العاملة فيها (٥) وحدة، وبمعدل قدرة بلغ (٢٣٧) ميكاواط وتحتل محطة المسيب المرتبة الاولى من حيث الطاقة المنتجة والتي بلغت (٢٨٣٩٩٧٠) ميكاواط/ ساعة وتبلغ سعتها التصميمية (٤*٣٠٠) اي انها تساوي (١٢٠٠) ميكا واط، وبمعدل قدره تبلغ (٤٥٠) ميكا واط، وعدد الوحدات العاملة فيها (٤) وحدة وتأتي محطة الناصرية في المرتبة الثالثة من حيث سعتها التصميمية وتبلغ (٤*٢١٠) وان الطاقة المنتجة منها بلغت (٢٥١٥١٧٤) ميكا واط/ ساعة وبمعدل قدرة بلغ (٢٨٧) ميكاواط.

جدول (١) المحطات البخارية العاملة في العراق لعام ٢٠١٢

| المحطات البخارية | | السعة التصميمية | عدد الوحدات | الطاقة المنتجة (م.و.س) | معدل القدرة (م.و) |
|---|---|---|---|---|---|
| المحافظة | اسم المحطة | العدد*السعة | | | |
| بغداد | جنوب بغداد | 4 * 55 | 3 | 591502 | 68 |
| بغداد | الدورة | 4*160 | 4 | 2552160 | 291 |
| الحلة | المسيب | 4*300 | 4 | 2839970 | 324 |
| صلاح الدين | بيجي | 6*220 | 5 | 2079404 | 237 |
| ذي قار | الناصرية | 4*210 | 4 | 2515174 | 287 |
| البصرة | النجيبة | 2*100 | 2 | 870720 | 99 |
| البصرة | الهارثة | 2*200 | 2 | 1809430 | 207 |
| المجموع | | 4820 | 24 | 13258360 | 1730 |

المصدر: وزارة الكهرباء، مركز المعلوماتية، قسم الاحصاء، التقرير الاحصائي السنوي لعام ٢٠١٢.

خريطة رقم (٢) المحطات البخارية العاملة في العراق لعام ٢٠١٢




المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (١).

**تغير انتاج الطاقة الكهربائية من المحطات البخارية:**

ان انتاج الطاقة الكهربائية من المحطات البخارية يمتاز بالتغير من سنة الى اخرى فبينما بلغ انتاج هذه المحطات (٢٠٦٨٤١٢٤) ميكاواط/ ساعة عام (٢٠٠١) ارتفع الى (٢١٥٣٩٠٤٢) ميكاواط/ ساعة عام (٢٠٠٢) وبنسبة تغير موجبة بلغت (٤.١٣)، وهي اعلى كمية انتاج حققتها هذه المحطات خلال مدة الدراسة، وانخفضت هذه الكمية الى (١٤١٣٥٨٣٨) ميكاواط/ ساعة، عام (٢٠٠٣) وبنسبة تغير سالبة وصلت الى (-٣٤.٣٧) بسبب ظروف الحرب التي مر بها العراق واحتلاله من قبل قوات التحالف الدولي وتوقفت هذه المحطات عن الانتاج لعدة اشهر عن العمل، بعدها ارتفعت كمية الانتاج الى (١٥٠٣٧٠٢٦) ميكاواط/ ساعة عام (٢٠٠٤) وبنسبة تغير موجبة بلغت (٦.٣٧) بسبب استقرار الاوضاع الامنية في العراق، ثم انخفضت كمية الانتاج في الاعوام (٢٠٠٦، ٢٠٠٧) بسبب تدهور الاوضاع الامنية في العراق، بعدها تعاود الارتفاع لتصل الى اعلى كمية منتجة في عام (٢٠٠٩) بلغت (١٦٣٧٧١٥٦) ميكاواط/ ساعة وبنسبة تغير موجبة بلغت (٨.٢١).

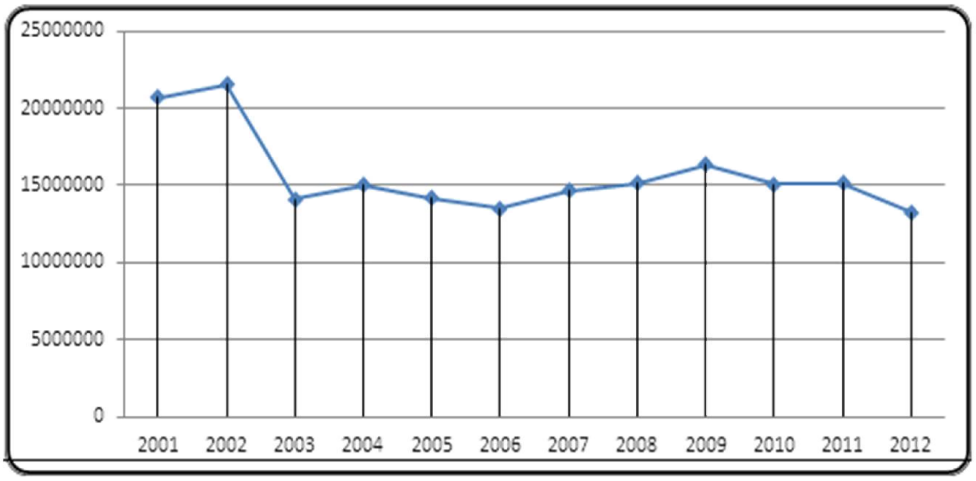
ويمكن ملاحظة ذلك من خلال متابعة الجدول رقم (٢) والشكل رقم (١).

جدول رقم (٢) انتاج الطاقة الكهربائية (ميكاواط/ ساعة ) من المحطات البخارية في العراق ونسبة التغير للمدة من ٢٠٠١- ٢٠١٢

| السنة | الانتاج | نسبة التغير | السنة | الانتاج | نسبة التغير |
|---|---|---|---|---|---|
| 2001 | 20684124 | - | 2007 | 14652611 | 8.59 |
| 2002 | 21539042 | 4.13 | 2008 | 15133446 | 3.28 |
| 2003 | 14135838 | 34.37 - | 2009 | 16377156 | 8.21 |
| 2004 | 15037026 | 6.37 | 2010 | 15083235 | 7.90 - |
| 2005 | 14207151 | 5.51 - | 2011 | 15151602 | 0.45 |
| 2006 | 13492920 | 5.02 - | 2012 | 13258360 | 12.49 - |

المصدر: وزارة االكهرباء، مركز المعلوماتية، التقرير الاحصائي السنوي للسنوات (٢٠٠١- ٢٠١٢) بيانات غير منشورة .

شكل رقم (١) انتاج الطاقة الكهربائية (ميكاواط/ ساعة ) من المحطات البخارية في العراق للمدة من ٢٠٠١- ٢٠١٢




المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (٢).

**اثر درجة الحرارة على انتاج الطاقة الكهربائية من المحطات البخارية:**

تعد التغيرات في درجات الحرارة ذات تأثير على مستوى اداء الوحدات الحرارية وبالتالي تؤدي الى انخفاض في انتاجية تلك الوحدات، فظلا عن تأثيراتها السلبية الكبيرة على اجزاء الوحدة الحرارية، اذ ان من العوامل الاساسية في عمل الوحدات الحرارية هي الهواء والماء ويتأثر هذان العاملان بشكل كبير بتغيرات درجات الحرارة لاسيما في فصلي الشتاء والصيف مما يؤثر بشكل واضح على انتاجية الوحدات من الطاقة الكهربائية، وتحتاج الوحدات الحرارية الى كميات كبيرة من الهواء لغرض حرق الوقود في الفرن الخاص لمنطقة الاشتعال، وبما أن الاحتراق يتم داخل الفرن بين الوقود والهواء فأن كفاءة وفعالية الاحتراق تعتمد على درجات الحرارة والضغط للهواء الداخل الى الفرن، ففي فصل الشتاء تنخفض درجة حرارة الهواء الداخل الى الفرن وتزداد نسبة الرطوبة فيه مما يؤدي الى عدم احتراق الوقود بشكل كامل وبالتالي يتسبب في انخفاض كبير في مستوى اداء الوحدة الحرارية وتقل انتاجيتها[٤]. اما في فصل الصيف يكون هناك ارتفاع كبير درجات الحرارة مما يؤدي الى رفع درجة حرارة الهواء وبالتالي تحسن كبير في مستوى كفاءة الاحتراق مع تحسن الظروف التشغيلية للوحدة الحرارية مع امكانية زيادة انتاجية الطاقة الكهربائية.

ومن متابعة الجدول رقم (٣) تتضح الحقائق التالية:

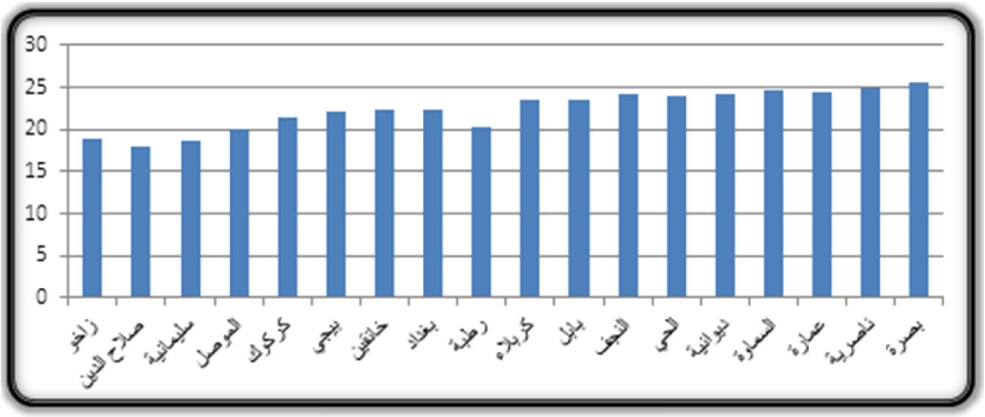
١- يصل المعدل السنوي لدرجة الحرارة الاعتيادية في العراق الى (٢٠.٨) م°، وان هذا المعدل يزداد كلما اتجهنا من الشمال نحو الجنوب، اذ يصل ادنى معدل سنوي في العراق في محطة صلاح الدين شمالا والذي يبلغ (١٧.٩) م°، بينما يصل اقصاه في محطة البصرة جنوب العراق ليبلغ (٢٥.٥) م°، إذ نجد ان قسم من المحطات سجلت معدلات ادنى من المعدل السنوي العام مثل محطات (زاخو، صلاح الدين، السليمانية، الموصل، كركوك، الرطبة)، اما بقية المحطات فقد سجلت معدلات تفوق المعدل السنوي العام، انظر شكل رقم(٢).

جدول (٣) المعدل الشهري لدرجة الحرارة الاعتيادية (م°) في العراق للمدة ١٩٨١-٢٠١٢

| الشهر / المحطة | كانون الثاني | شباط | اذار | نيسان | مايس | حزيران | تموز | اب | ايلول | تشرين الاول | تشرين الثاني | كانون الاول | المعدل السنوي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| زاخو | 5.3 | 7.1 | 10.3 | 16.2 | 22.8 | 29.1 | 32.1 | 32.1 | 28.1 | 21.3 | 13.6 | 7.4 | 18.7 |
| صلاح الدين | 4.8 | 6.5 | 10.4 | 15.9 | 21.4 | 27.6 | 32.4 | 31 | 26.6 | 20.5 | 12.1 | 6.5 | 17.9 |
| سليمانية | 5.1 | 6.4 | 10.6 | 16.1 | 22.1 | 28.3 | 32.1 | 32.2 | 28.2 | 21.4 | 13.3 | 7.2 | 18.5 |
| الموصل | 6.8 | 8.9 | 12.5 | 18.2 | 24.5 | 31.1 | 34.3 | 33.2 | 28.3 | 21.1 | 13.7 | 8.2 | 20.1 |
| كركوك | 9 | 10.7 | 14.9 | 20.7 | 27 | 31.6 | 35.2 | 35 | 31.2 | 24.8 | 16.4 | 11.1 | 21.4 |
| ربيجي | 8.4 | 10.6 | 15.1 | 21 | 27.5 | 32.3 | 35.1 | 34.2 | 30.4 | 24.7 | 15.7 | 10.2 | 22.1 |
| خانقين | 8.7 | 11.1 | 15.2 | 21.2 | 27.7 | 32.5 | 35.3 | 34.3 | 30.6 | 24.9 | 16.1 | 10.9 | 22.3 |
| بغداد | 9.6 | 12.2 | 16.8 | 23.7 | 28.6 | 32.7 | 35.3 | 34.5 | 30.5 | 24.5 | 16.3 | 11.3 | 22.4 |
| رطبة | 7.5 | 9.5 | 13.4 | 19.5 | 24.8 | 28.6 | 31.4 | 31.3 | 28.1 | 21.8 | 14.2 | 9.3 | 20.1 |
| بابل | 9.8 | 12.2 | 16.8 | 23.7 | 29.3 | 33.2 | 36.1 | 35.6 | 31.7 | 25.1 | 17.3 | 11.5 | 23.5 |
| كربلاء | 10.9 | 13.1 | 17.6 | 23.5 | 29 | 32.8 | 35.1 | 34.6 | 31.2 | 25.6 | 17.8 | 12.4 | 23.6 |
| النجف | 10.3 | 12.6 | 17.4 | 24.1 | 30.3 | 34.4 | 36.8 | 36.1 | 32.1 | 26.1 | 17.7 | 11.6 | 24.1 |
| الحي | 11.6 | 14 | 18.6 | 25 | 31.5 | 35.7 | 37.7 | 37.2 | 32.2 | 27.7 | 19 | 13.3 | 24 |
| ديوانية | 11.3 | 13.8 | 18.5 | 24.8 | 30.6 | 34.2 | 36.1 | 35.6 | 32.3 | 26.6 | 18.3 | 13.2 | 24.1 |
| السماوة | 11.7 | 13.5 | 18.7 | 24.9 | 30.7 | 34.6 | 36.5 | 35.7 | 32.6 | 26.4 | 18.6 | 13.3 | 24.7 |
| عمارة | 11.1 | 13.6 | 17.9 | 24.3 | 30.5 | 35.3 | 36.3 | 35.6 | 32.1 | 26.1 | 18.4 | 12.6 | 24.4 |
| ناصرية | 11.8 | 14.5 | 19.4 | 25.5 | 31.9 | 35.8 | 37.6 | 37.2 | 33.6 | 27.6 | 19.2 | 13.6 | 24.9 |
| بصرة | 12.2 | 14.6 | 19.2 | 26.1 | 32.6 | 36.2 | 37.9 | 37.4 | 33.8 | 27.9 | 19.6 | 14 | 25.5 |
| المعدل الشهري | 8.3 | 10.3 | 14.2 | 20 | 25.8 | 30.4 | 32.8 | 32.1 | 28.6 | 22.8 | 15.1 | 9.7 | 20.8 |

المصدر: الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة.

شكل رقم (٢) المعدل السنوي لدرجة الحرارة الاعتيادية (مْ) في للمدة ١٩٨١ – ٢٠١٢




المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (٣).

٢– يعد فصل الشتاء ابرد فصول السنة في العراق اذ يصل المعدل الفصلي فيه الى ادنى مستوى فيبلغ (٩.٤) م°، ويرجع ذلك الى تعامد الشمس على مدار الجدي مما ادى الى صغر زاوية سقوط اشعة الشمس وقصر النهار فضلا عن ذلك هبوب هواء بارد مع المنخفضات الشتوية وكذلك الموقع الصحراوي القاري للعديد من محطات منطقة الدراسة، وان المعدل الفصلي في اي من المحطات لايزيد عن (١٣.٦) م°، وهو اعلى معدل فصلي سجل في محطة البصرة جنوب العراق، وسجلت محطة صلاح الدين ادنى معدل فصلي بلغ (٥.٩) م°. وان هذا الانخفاض في درجة الحراة ادى الى انخفاض انتاج الطاقة الكهربائية من هذه المحطات وبلغ معدل الانتاج منها في هذا الفصل (١٤٩١٩٠) ميكا واط/ ساعة. انظر جدول رقم (٤).

٣– في فصل الربيع ترتفع درجة الحرارة عن فصل الشتاء بفارق (١٠.٦) م وقد بلغ المعدل الفصلي (٢٠) م°، ويتباين هذا المعدل بين المحطات المناخية المختلفة فيصل في البصرة الى (٢٥.٣) م°، وفي الديوانية (٢٣.٨) م° وفي الرطبة (١٨.٧) م°، وفي الموصل (١٨.٤) م° وفي صلاح الدين (١٦.٢) م°، وهي معدلات تشير الى ارتفاع درجات الحرارة، والسبب في ذلك يعود الى زيادة كمية المستلم من الاشعاع الشمسي نتيجة لارتفاع زاوية سقوط اشعة الشمس وزيادة طول النهار، وعلى الرغم من هذه الزيادة في معدلات درجات الحرارة في هذا الفصل الا انها تتسم بالاعتدال النسبي، وذلك لتأثر فصل الربيع بما تبقى من برودة الارض في فصل الشتاء وهذا الاعتدال ساهم بدوره في خفض كمية المنتج من الطاقة الكهربائية في

العراق من المحطات البخارية، مما يسهم في تخفيف الضغط على هذه المحطات واراحة بعض الوحدات الانتاجية، مما يقلل تكاليف الصيانة. وبلغ المعدل الفصلي لإنتاج الطاقة الكهربائية من هذه المحطات (١٣٠٨٨٣) ميكاواط/ ساعة.

جدول رقم (٤) المعدل الشهري لمجموع انتاج الطاقة الكهربائية في المحطات البخارية (ميكا واط/ساعة) للمدة ٢٠٠٣- ٢٠١٢

| الشهر / المحطة | كانون الثاني | شباط | آذار | نيسان | مايس | حزيران | تموز | آب | ايلول | تشرين الاول | تشرين الثاني | كانون الاول |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| جنوب بغداد | 55199 | 51693 | 43989 | 46246 | 51300 | 55715 | 57865 | 58843 | 55785 | 52361 | 48491 | 50841 |
| الدورة | 152835 | 145497 | 140038 | 123287 | 136285 | 163642 | 171347 | 181097 | 171176 | 145553 | 144307 | 141376 |
| الموصل | 336449 | 332915 | 294036 | 279210 | 317017 | 354654 | 389312 | 373714 | 365291 | 350201 | 258394 | 294530 |
| الديس | 4202 | 6126 | 5814 | 5269 | 6355 | 5845 | 6556 | 6030 | 5723 | 5452 | 5518 | 4446 |
| البيجي | 190992 | 178185 | 154849 | 136838 | 166421 | 191469 | 224446 | 225725 | 207038 | 217369 | 188124 | 182188 |
| الناصرية | 268844 | 254084 | 222741 | 203419 | 244048 | 290578 | 302689 | 291498 | 297094 | 294067 | 228823 | 252511 |
| الهارثة | 163711 | 148896 | 137362 | 126521 | 126154 | 171046 | 195904 | 193719 | 174347 | 169751 | 165085 | 160595 |
| النجيبية | 68093 | 70910 | 52587 | 60146 | 61260 | 75035 | 75709 | 77986 | 77733 | 77629 | 64733 | 65442 |
| المعدل الشهري | 155041 | 148538 | 131427 | 122617 | 138605 | 163498 | 177979 | 176077 | 169273 | 164048 | 137935 | 143991 |

المصدر: وزارة الكهرباء، دائرة الانتاج ، تقارير الانتاج وموازنة الطاقة، بيانات غير منشورة ، للسنوات من ٢٠٠٣- ٢٠١٢.

٤- يتميز فصل الصيف بالارتفاع الشديد في معدل درجة الحرارة في كل المحطات، اذ لا يقل هذا المعدل في اي من المحطات عن (٣٠) م°، والسبب في ذلك يعود الى انعدام السحب في هذا الفصل والذي يتميز بجوه الصحو، وبلغ طول النهار فيه اقصى حد له لارتفاع زاوية سقوط الاشعة الشمسية وزيادة كمية المستلم من الاشعاع الشمسي وكذلك تاثر العراق بالمنخفض الهندي الموسمي خلال هذا الفصل الذي يسود العراق من جنوبه الشرقي الى شماله الغربي[٥]، ويتجلى دوره في جعل الرياح الجنوبية الشرقية هي السائدة ويعمل على رفع درجات الحرارة ويصل المعدل الفصلي العام الى (٣٣.٨) م°، وسجل اعلى معدل فصلي في محطة البصرة والذي وصل (٣٦.٣) م°، في حين ان ادنى معدل سجل في محطة صلاح الدين (٣٠.٣) م°، ليصل بذلك الفارق بين اعلى وادنى معدل الى (٦) م°، في حين يصل

الفارق بين فصلي الصيف والشتاء الى مايزيد عن (٢٠) م°، وهذا التفاوت يدل على القارية والتطرف المناخي. ان هذا الارتفاع الشديد في درجات الحرارة اسهم الى حد كبير في زيادة معدلات الانتاج من الطاقة الكهربائية والتي وصلت في المعدل الى (١٧٢٥١٨) ميكاواط/ ساعة وذلك لسد متطلبات الاستهلاك التي تصل الى اقصى حد لها في هذا الفصل. وهذا الضغط على محطات الانتاج يؤدي الى زيادة استهلاك قطع الغيار في المحطات الانتاجية مما يتطلب عمليات صيانة للوحدات الانتاجية والتي تعمل بدورها على زيادة الفاقد من الطاقة الكهربائية فضلا عن ذلك زيادة استهلاك الوقود في المحطات البخارية، انظر ملحق (١)، ومايترتب عليه من زيادة في النفقات الاقتصادية اللازمة لشراء الوقود، انظر ملحق (٢) و ملحق (٣).

ملحق رقم (١) المعدل الشهري لاستهلاك الوقود (م٣) في المحطات البخارية للمدة ٢٠٠٣-٢٠١٢

| الشهر / المحطة | كانون الثاني | شباط | اذار | نيسان | مايس | حزيران | تموز | اب | ايلول | تشرين الاول | تشرين الثاني | كانون الاول |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ج بغداد | 23618 | 21138 | 21379 | 15705 | 18325 | 19118 | 21901 | 20520 | 18284 | 16539 | 19484 | 23058 |
| الدورة | 51713 | 45239 | 41013 | 32239 | 36340 | 39180 | 48972 | 48478 | 45489 | 42367 | 41945 | 50691 |
| المسيب | 129360 | 101712 | 68944 | 2115173 | 51635 | 54954 | 71283 | 91921 | 107231 | 98225 | 65321 | 83746 |
| الديس | 3322893 | 2768178 | 2004492 | 1683087 | 2167557 | 2099895 | 2537430 | 2528400 | 1866060 | 1320060 | 1670970 | 3027545 |
| بيجي | 1627220 | 1081996 | 1179495 | 577751 | 577302 | 1020987 | 1493993 | 1265328 | 1268233 | 1232792 | 1183439 | 1481558 |
| الناصرية | 204436 | 134612 | 78239 | 64745 | 92698 | 116688 | 160078 | 167465 | 137295 | 107265 | 104772 | 169879 |
| الهارثة | 44671 | 34817 | 37971 | 22660 | 21318 | 36778 | 40494 | 38038 | 28017 | 33961 | 22413 | 32386 |
| النجيبية | 7601148 | 5909324 | 4510771 | 3550345 | 4031845 | 5516309 | 6586015 | 6384976 | 5082941 | 4417045 | 4858037 | 7068232 |
| المعدل الشهري | 1625632 | 1262127 | 992788 | 1007713 | 874628 | 1112989 | 1370021 | 1318141 | 1069194 | 908532 | 995798 | 1492137 |

المصدر: وزارة الكهرباء، دائرة انتاج الطاقة الكهربائية، تقارير الانتاج وموازنة الطاقة، بيانات غير منشورة للسنوات من (٢٠٠٣-٢٠١٢).

ملحق (2) المعدل الشهري للكلف الاقتصادية (دينار عراقي) الناتجة من استهلاك الوقود في المحطات البخارية للمدة ٢٠٠٣- ٢٠١٢

| الشهر / المحطة | كانون الثاني | شباط | اذار | نيسان | مايس | حزيران | تموز | اب | ايلول | تشرين الاول | تشرين الثاني | كانون الاول |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ج بغداد | 864437100 | 795383466 | 436933767 | 89436065 | 771120377 | 652939593 | 785239188 | 742676845 | 701924187 | 533379198 | 685502367 | 849924720 |
| دورة | 3146122397 | 2706432027 | 2674180387 | 2451358747 | 2612661960 | 2350350100 | 2769156900 | 2727483970 | 2965870447 | 2496299900 | 2637788797 | 3114423820 |
| مسيب | 3268508088 | 1221239348 | 836034607 | 973819395 | 1287898423 | 1748135633 | 1859518360 | 1836444020 | 1890457080 | 409629173 | 585237547 | 1987963580 |
| ديس | 52042830 | 38975895 | 37799685 | 31095330 | 31784130 | 35369775 | 39947270 | 38972325 | 21742665 | 14118615 | 20385540 | 43478360 |
| بيجي | 3549544667 | 2576523400 | 2044710800 | 2005878096 | 2722403873 | 3107418667 | 3480479667 | 3346149969 | 3308613733 | 2215267728 | 2950945000 | 3502191667 |
| ناصرية | 304706327 | 189136373 | 169121275 | 116755347 | 203535820 | 243087460 | 275515173 | 274680293 | 208953477 | 186851686 | 208745123 | 279267463 |
| هارثة | 319139403 | 205969837 | 124795709 | 112266695 | 166631237 | 188081202 | 228396061 | 210997883 | 179917303 | 126289129 | 170998054 | 251751230 |
| نجيبية | 313647214 | 75245919 | 61941298 | 57395652 | 95368248 | 113076960 | 217254460 | 179288774 | 117140101 | 71819168 | 94166434 | 221455706 |
| المعدل الشهري | 1477268503 | 976113283 | 798189691 | 729750666 | 986425509 | 1054807424 | 1206938385 | 1169586760 | 1174327374 | 756706825 | 919221108 | 1281307068 |

المصدر: وزارة الكهرباء، دائرة انتاج الطاقة الكهربائية، تقارير الانتاج وموازنة الطاقة للسنوات من (٢٠٠٣-٢٠١٢)، بيانات غير منشورة.

حساب الباحث بالاعتماد على اسعار الوقود في المحطات للمدة من (٢٠٠٣-٢٠١٢) والموضحة في الملحق(٣).

ملحق (3) اسعار بيع الوقود (دينار عراقي) الى محطات انتاج الطاقة الكهربائية في العراق للمدة ٢٠٠٣- ٢٠١٢.

| السنة | نفط خام دينار/لتر | زيت الوقود دينار/ لتر | زيت الديزل دينار/ لتر | زيت الغاز دينار/ لتر | غاز طبيعي دينار/ م³ |
|---|---|---|---|---|---|
| 2003 | 0.16 | 1 | 5 | 10 | 1 |
| 2004 | 0.126 | 1 | 5 | 10 | 1 |
| 2005 | 0.188 | 1 | 5 | 10 | 1 |
| 2006 | 0.188 | 1 | 5 | 10 | 1 |
| 2007 | 0.500 | 1 | 5 | 10 | 1 |
| 2008 | 12.58 | 100 | 150 | 750 | 50 |
| 2009 | 10.75 | 100 | 150 | 750 | 50 |
| 2010 | 10.75 | 100 | 150 | 750 | 50 |
| 2011 | 10.75 | 100 | 150 | 750 | 50 |
| 2012 | 10.75 | 100 | 150 | 750 | 50 |

المصدر: وزارة الكهرباء، دائرة انتاج الطاقة الكهربائية، تقارير الانتاج وموازنة الطاقة، للسنوات ٢٠٠٣ – ٢٠١٢.

٥- وبالانتقال الى فصل الخريف تبدأ درجة الحرارة في هذا الفصل بالانخفاض بسبب تعامد الشمس على خط الاستواء في طريق تعامدها على مدار الجدي الا انها لا تزال مرتفعة خصوصا في شهر ايلول الذي يمكن اعتباره امتدادا للموسم الصيفي لان اليابس لا يزال محتفظا بمخزونه الحراري الصيفي، وبلغ المعدل العام في هذا الفصل (١٥.١) م°، وسجلت محطة صلاح الدين ادنى معدل بلغ (١٩.٧) م°، في حين سجلت محطة البصرة اعلى معدل بلغ (٢٦.٦) م°، في حين تباينت بقية المحطات في معدلاتها الفصلية فبينما بلغ هذا المعدل في محطة الحي (٢٥.٢) م°، وصل في محطة الرطبة الى (٢١.٨) م° وفي محطة الموصل الى (٢١.٤) م°. ونتيجة لهذا الانخفاض في درجة الحرارة سجلت المحطات البخارية انخفاضا في المعدل الفصلي للانتاج مقارنة بفصل الصيف والذي بلغ (١٥٧٠٨٥.٣) ميكاواط/ ساعة.

٦- يعد شهري كانون الاول وكانون الثاني ابرد شهور السنة في جميع المحطات المناخية، اذ سجلا ادنى معدلات لدرجة الحرارة على مدار السنة اذ بلغ (٨.٣ و٩.٧) م° على التوالي وقد سجلت محطة صلاح الدين في هذا الشهر ادنى معدل بلغ (٤.٨) م°، في حين سجلت محطة البصرة اعلى معدل وبلغ (١٢.٢) م°، والسبب في هذا الانخفاض يعود الى تاثر العراق بالكتلة القطبية القارية (CP) والتي تعد اهم مصادر الهواء البارد في نصف الكرة الشمالي، لاسيما انها تنساب من فوق سهول سيبيريا وشمال شرق اوربا وقد يصل الهواء البارد حتى المناطق الاستوائية[٦]. وتصل العراق في اعقاب المنخفضات الجوية التي تعبر البحر المتوسط طيلة فصل الشتاء وينقطع وصولها منتصف اذار[٧].

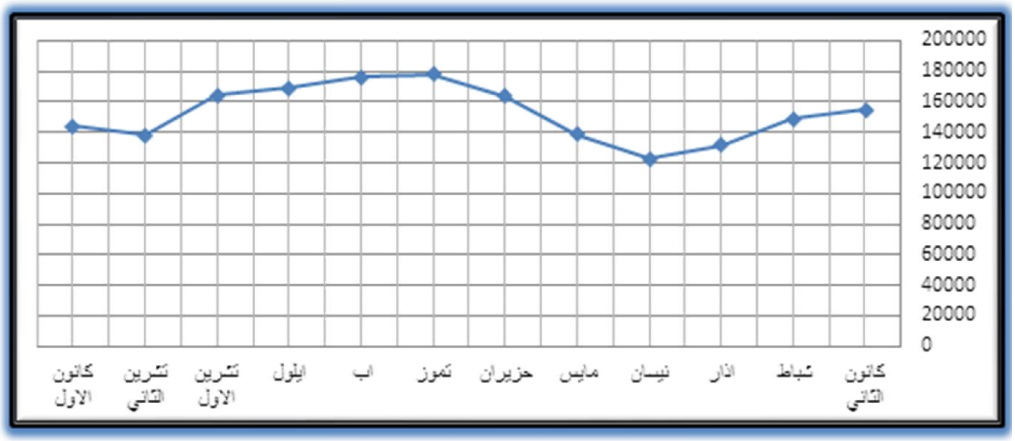
وبذلك تزيد هذه المحطات من انتاجها، بسبب زيادة الطلب على الطاقة الكهربائية اذ وصل المعدل الشهري للانتاج في هذين الشهرين الى (١١٥٥٠٤١ و١٤٣٩٩١) ميكا واط/ ساعة، وعلى الرغم من الزيادة الحاصلة في هذين الشهرين الا انها لا ترقى الى مستوى الزيادة التي تحصل في اشهر الصيف والسبب في ذلك يعود الى تأثير الانخفاض في درجات الحرارة خلال هذين الشهرين على اداء الوحدات الانتاجية، اذ تقل كفاءة الاحتراق داخل الفرن خلال

هذين الشهرين مما يقلل من عملية انتاج البخار الذي يستخدم في تدوير التوربين لغرض انتاج الطاقة الكهربائية. انظر شكل رقم (٣).

٧- تصل درجة الحرارة الى الاعتدال في شهري اذار ونيسان واللذان سجلا معدلات حرارية بلغت (١٤.٢ و ٢٠) م° على التوالي، ووصلت معدلات الانتاج فيهما الى ادنى مستوياته بسبب قلة الطلب على الطاقة الكهربائية اذ بلغت (١٣١٤٢٧ و ١٢٢٦١٧) ميكا واط ساعة على التوالي، وهذا يقلل من عملية الضغط على هذه المحطات وايقاف بعض الوحدات عن العمل لاجراء الصيانة لها.

٨- تأخذ درجات الحرارة في العراق بالارتفاع بدءا من شهر مايس ووصل المعدل الشهري فيه الى (٢٥.٨) م°، ووصل فيه معدل الانتاج من الطاقة الكهربائية الى (١٣٨٦٠٥) ميكاواط/ ساعة، ثم يرتفع الانتاج بشكل اكبر خلال شهر حزيران والذي يصل الى (١٦٣٤٩٨) ميكاواط/ ساعة، وهذا الارتفاع يتماشى مع الارتفاع الحاصل في درجات الحرارة الذي يبلغ معدلها (٣٠.٤) م°.

شكل رقم (٣) المعدل الشهري لانتاج الطاقة الكهربائية من المحطات البخارية في العراق للمدة ٢٠٠٣-٢٠١٢




المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (٤).

٩- تصل درجة الحرارة الى اقصى معدل لها في شهري تموز واب فقد سجل هذان الشهران معدلات حرارية بلغت (٣٢.٨ و ٣٢.١) م°، وسجلت محطة البصرة اعلى معدل لها في شهر تموز وبلغ (٣٧.٩) م°، تليها محطتي الحي والناصرية بمعدل بلغ (٣٧.٧ و٣٧.٦) م° والسبب في ارتفاع درجة الحرارة في هذه الاشهر يعود الى سيادة الكتلة الهوائية المدارية القارية (CT)[٨] والتي تكون شديدة الحرارة والجفاف وقليلة الرطوبة وهي المسؤولة عن موجات الحر صيفا وتمتاز باستقرارية عالية كونها تنتج عن هبوط هواء نطاق الضغط العالي شبه المداري[٩]. وقد سجلت المحطات قمة انتاجها من الطاقة الكهربائية في هذه الاشهر، اذ وصلت المعدلات الشهرية فيهما الى (١٧٧٩٧٩، ١٧٦٠٧٧) ميكا واط/ ساعة على التوالي، اذ ان ارتفاع درجات الحرارة يزيد من فاعلية الاحتراق الذي يسهم في زيادة انتاج البخار (steam) والذي يستخدم في تدوير التوربينات وبالتالي يعمل على زيادة كفاءتها في انتاج الطاقة الكهربائية، فضلاً عن ذلك زيادة الطلب على الطاقة الكهربائية فتزيد هذه المحطات من انتاجها.

١٠- تاخذ درجات الحرارة بالانخفاض خلال شهر ايلول والذي سجل معدلا منخفضا عما كان عليه في شهر اب فبلغ (٢٨.٦) م°، ووصل ثم تواصل درجة الحرارة انخفاضها خلال شهري تشرين الاول (١٥.١) م°، وبذلك تنخفض معدلات الانتاج في هذه المحطات خلال هذه الاشهر ليسجلا معدلات انتاج بلغت (١٦٩٢٧٣، ١٦٤٠٨٤) ميكا واط/ ساعة، ورغم هذا الانخفاض في معدلات الانتاج الا أنها لاتزال مرتفعة، لان معدلات درجة الحرارة لاتزال مرتفعة ولا تقلل من كفاءة الاحتراق وتلائم توليد البخار، وبالتالي سد متطلبات الاستهلاك من الطاقة الكهربائية لاسيما شهر ايلول المتأثر بالمخزون الحراري لفصل الصيف.

١١- ينخفض المعدل الشهري لدرجة الحرارة خلال شهر تشرين الثاني ليصل الى (٢٢.٨)م°، وبذلك ينخفض المعدل الشهري لإنتاج الطاقة الكهربائية في هذه المحطات وبفارق كبير عما كان عليه في شهر ايلول اذ يصل هذا الفارق (٢٦١١٣) ميكا واط/ ساعة، وهذا ناتج من

انخفاض الطلب على الطاقة الكهربائية بسبب اعتدال ظرف المناخ، وقيام السيطرة الوطنية بالايعاز الى المحطات بأيقاف عدد من الوحدات الانتاجية لاجراء عمليات الصيانة لها[١٠].

١٢- من خلال تتبع الارقام الواردة في الجدول رقم (٤)، نجد ان جميع المحطات البخارية اتفقت في انتاجها مع السير الشهري العام لمعدلات انتاجها. اذ تباينت هذه المعدلات على مستوى المحطة الواحدة خلال شهور السنة المختلفة فكان قمة الانتاج فيها خلال شهور الصيف (حزيران، تموز، واب) فبلغ معدل الانتاج فيها بالنسبة لمحطة جنوب بغداد (٥٥٧١٥، ٥٧٨٦٥، ٥٨٨٤٣) ميكاواط/ ساعة على التوالي، وفي محطة الموصل (٣٥٤٦٥٤ ، ٣٨٩٣١٢، ٣٧٣٧١٤ ) ميكاواط/ ساعة على التوالي، وفي محطة البيجي (١٩١٤٦٩، ٢٢٤٤٤٦، ٢٢٥٧٢٥) ميكاواط/ ساعة على التوالي، وفي محطة الهارثة (١٧١٠٤٦، ١٩٥٩٠٤، ١٩٣٧١٩) ميكاواط/ ساعة على التوالي، والسبب في ذلك يعود الى ارتفاع درجات الحرارة وزيادة كمية الطاقة الحرارية التي تزيد من كفاءة المحطات الانتاجية.

١٣- يلاحظ ايضا ان جميع هذه المحطات ينخفض انتاجها من الطاقة الكهربائية في شهور الشتاء بالمقارنة مع شهور الصيف فقد سجلت محطة جنوب بغداد في الاشهر (كانون الاول، كانون الثاني، شباط) معدلات بلغت (٥٠٨٤١، ٥٥١٩٩، ٥١٦٩٣) ميكاواط/ ساعة على التوالي، وفي محطة الموصل (٢٤٠٥٣٠، ٣٣٦٤٤٩، ٣٣٢٩١٥) ميكاواط/ ساعة على التوالي، وفي محطة البيجي (١٨٢١٨٨، ١٩٠٩٩٢، ١٧٨١٨٥) ميكاواط/ ساعة على التوالي، وفي محطة الهارثة (١٦٠٥٩٥ ،١٦٣٧١١، ١٤٨٨٩٦) ميكاواط/ ساعة على التوالي، والسبب في ذلك يعود الى انخفاض كمية الطاقة الحرارية في هذه الشهور والتي تقلل من كفاءة الوحدات الانتاجية التي تتأثر بشكل كبير بالهواء البارد.

**العلاقة بين درجة الحرارة وانتاج الطاقة الكهربائية في المحطات البخارية:**

من خلال متابعة الجدول رقم (٥) نلاحظ ان علاقة الارتباط بين درجات الحرارة وانتاج الطاقة الكهربائية في المحطات البخارية تكون بأتجاهين الاول سلبي في فصل الشتاء ومعناه ان الانخفاض في درجة الحرارة يؤثر على انتاج الطاقة الكهربائية من المحطات

البخارية، وسجلت محطة البيجي اعلى معامل ارتباط في هذا الفصل بلغ (- ٠.٩٩٠) وبلغ في محطة الناصرية (-٠.٩١٣). اما الاتجاه الثاني فهو اتجاه طردي ومعناه ان الارتفاع في درجات الحرارة يزيد من انتاج الطاقة الكهربائية في المحطات البخارية وسجلت محطة الموصل اعلى معامل ارتباط في فصل الصيف والذي بلغ (٠.٩٩٣) وفي محطة الهارثة بلغ (٠.٩٧٨).

جدول رقم (٥) علاقة الارتباط بين درجة الحرارة وانتاج الطاقة الكهربائية من المحطات البخارية في العراق

| المحطة | معامل الارتباط في الشتاء | معامل الارتباط في الصيف |
|---|---|---|
| جنوب بغداد | ٠.٨٦١- | ٠.٨١٦ |
| الدورة | ٠.٧٥٨- | ٠.٦٢٥ |
| المسيب | ٠.٢٦٣- | ٠.٩٩٣ |
| الدبس | ٠.٤٤٤- | ٠.٧٣٦ |
| البيجي | ٠.٩٩٠- | ٠.٩٣٨ |
| الناصرية | ٠.٩١٣- | ٠.٧٢١ |
| الهارثة | ٠.٨٢٣- | ٠.٩٧٨ |
| النجيبية | ٠.٢٢٣- | ٠.٣٤٨ |

المصدر: SPSS 16 والجدولين (٣، ٤) .

## الاستنتاجات:

١- يوجد في العراق سبعة محطات بخارية لانتاج الطاقة الكهربائية وتمثل محطة بيجي المرتبة الاولى من حيث سعتها التصميمية والتي بلغت (٢٢٠*٦) ميكا واط والتي تساوي (١٣٢٠) ميكا واط وبلغ انتاجها لعام ٢٠١٢ (٢٠٧٩٤٠٤) ميكا واط/ ساعة، وهذا الانتاج يتاثر بالتغير الشهري لدرجة الحرارة.

٢- يمتاز انتاج المحطات البخارية بالتذبذب والتغير السنوي وان انتاج هذه المحطات امتاز بالانخفاض بعج العام (٢٠٠٢)، وسجل اعلى نسبة تغير موجبة في العام (٢٠٠٧) وبلغ (٨.٥٩).

٣- يمتاز المعدل السنوي لدرجة الحرارة في العراق بالتباين بين مناطقه المختلفة وياخذ بالارتفاع كلما اتجهنا من الشمال الى الجنوب، وسجل ادنى معدل حرارة سنوي في محطة زاخو والذي بلغ (١٨.٧) م°، بينما سجل اعلى معدل سنوي في محطة البصرة والذي بلغ (٢٥.٥) م°.

٤- يعد شهر كانون الثاني ابرد شهور السنة في العراق، اذ يصل المعدل الشهري لدرجة الحرارة فيه (٨.٣) م°، وبلغ المعدل الشهري لانتاج الطاقة الكهربائية فيه (١٥٥٠٤١) ميكا واط/ ساعة، في حين يعد شهر تموز اشد شهور السنة حرارة وبلغ المعدل الشهري فيه (٣٢.٨) م°، وبلغ المعدل الشهري لانتاج الطاقة الكهربائية فيه (١٧٧٩٧٩) ميكا واط/ ساعة.

٥- ياخذ انتاج المحطات البخارية بالارتفاع بدءا من شهر مايس ويصل قمته في شهري (تموز واب)، اذ وصلت المعدلات الشهرية فيهما الى (١٧٧٩٧٩، ١٧٦٠٧٧) ميكاواط/ ساعة على التوالي، لانهما اشد شهور السنة حرارة وانه كلما ارتفعت درجة الحرارة ساهم في زيادة البخار الذي يستخدم في تدوير التوربينات لانتاج الطاقة الكهربائية.

٦- ينخفض انتاج الطاقة الكهربائية بشكل كبير في شهور الشتاء بسبب تاثير الانخفاض في درجة الحرارة على كفاءة الاحتراق مما يقلل من انتاج البخار اللازم لتدوير التوربينات، المستخدمة في انتاج الطاقة الكهربائية.

٧- سجلت محطة بيجي اعلى معامل ارتباط في فصل الشتاء وهو معامل ارتباط عكسي بلغ (-٠.٩٩٠)، وهو يدل على تاثير الانخفاض في درجة الحرارة على انخفاض انتاج الطاقة الكهربائية من هذه المحطات، بينما سجل اعلى معامل ارتباط طردي في محطة الموصل بلغ (٠.٩٩٣) وهذا يدل على ان زيادة درجة الحرارة تزيد من كفاءة انتاج هذه المحطات.

**التوصيات:**

١-الاتجاه نحو إنشاء محطات كهربائية مركزية وخاصة في المحافظات التي تمتلك مقومات الوقود والمياه ذات سعات تصميمية تتفق مع أحمال الذروة في تلك المحافظات.

٢- الاتجاه نحو استثمار مصادر الطاقة البديلة، لاسيما طاقتي الاشعاع الشمسي والرياح لتخفيف الضغط على هذه المحطات، وخفض كمية الوقود المستخدم في تشغيلها مما يقلل من الكلف اللازمة لشراء الوقود.

## الهوامش:

(١) الدراسة الميدانية، مقابلة شخصية مع المهندس ياسين ظاهر مجيد ابو رغيف، معاون مدير عام دائرة مشاريع الطاقة الكهربائية، وزارة الكهرباء، المديرية العامة لانتاج كهرباء الوسط، ٢٠١٣/١/١٠.

(٢) الدراسة الميدانية، مقابلة شخصية مع المهندس عبدالله الصميدعي، مدير محطة بيجي البخارية، بتاريخ ٢٠١٣/٣/١٠.

(٣) الدراسة الميدانية، مقابله شخصية مع الدكتور احمد القيسي، محطة كهرباء الدورة الغازية، بتاريخ، ٢٠١٣/٢/١٥.

(٤) الدراسة الميدانية، مقابلة شخصية مع المهندس نزار فاضل عبدالله، قسم التشغيل محطة بيجي البخارية، بتاريخ ٢٠١٣/٣/١٠.

(٥) انعام سلمان اسماعيل اثر الامتداد الضغطي للمنخفض الهندي الموسمي في بعض عناصر المناخ صيفا (الحرارة الرطوبة الرياح) دراسة في الجغرافية المناخية (رسالة ماجستير)، غير منشورة، كلية الاداب، جامعة بغداد، ٢٠٠١، ص٨٠.

(٦) عبد القادر عبد العزيز، الطقس والمناخ والميترولوجيا، دار الجامعة للطباعة والنشر القاهرة، ١٩٩٥، ص١٨٨.

(٧) احلام عبد الجبار كاظم، الكتل الهوائية تصنيفها وخصائصها (دراسة تطبيقية على مناخ العراق) اطروحة دكتوراه، (غير منشورة)، كلية الاداب، جامعة بغداد، ١٩٩١، ص١٧٥.

(٨) احلام عبد الجبار كاظم، الكتل الهوائية تصنيفها وخصائصها، المصدر نفسه، ص١٧٨.

(٩) علي موسى، المعجم الجغرافي المناخي، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع، ط١، دمشق، ١٩٨٦، ص٢٠٢.

(١٠) الدراسة الميدانية، مقابلة شخصية مع المهندس احمد الحديثي، محطة بيجي البخارية، بتاريخ ٢٠١٣/٣/١٠.