

الأساليب الاحصائية في التنبؤ بالقدرة ونتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في العراق

صبا زكي اسماعيل محمد العباسي
استاذ مساعد
كلية التمريض / جامعة بغداد

المستخلص

يتضمن البحث تطبيق طرائق التنبؤ الثلاثة المتمثلة بطريقة ونتر والطرائق التحليلية وطريقة التنقية المعدلة، للسلاسل الزمنية المتمثلة بالقدرة ونتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في العراق، موزعة على اجمالي القطر وعلى مستوى محافظة بغداد بجانبها الكرخ والرصافة، واجمالي المحافظات باستثناء محافظة بغداد، خلال المدة (1991/7/1 - 1992/2/29)، ومن ثم المقارنة بين نتائجها لتحديد النموذج الأفضل لكل واحدة منها .

ABSTRACT

Our research contents deals with the application of the three forecasting methods :-

Which are Winter's method, Decomposition method, and Adaptive Filtering, and then the comparison between them to determine the best model for the ten time series for the Power, Production, and Consumption for Electric energy in Iraq, distributed all the country, Baghdad governorate, classified in to it's sides (Karkh & Risafa), and all the other governorates, for the months (1/7/1991 - 29/2/1992) .

المقدمة

إن الطاقة الكهربائية المولدة تعتبر مصدراً حيوياً من مصادر الطاقة حيث لها الدور الفعال في النشاطات الاقتصادية كافة، لذا أخذت مشاريع الكهرباء تحتل أهمية خاصة في خطط التنمية القومية التي تطمح الى دعم وتطوير القطاعات الاقتصادية كافة، وما يتطلب من زيادة مطردة في وتائر استهلاك الطاقة الكهربائية.

إن هذا البحث يهدف الى استخدام اسلوب تحليل السلاسل الزمنية، اعتماداً على البيانات اليومية التي تخص الفترة منذ مطلع شهر تموز في سنة 1991 ولغاية نهاية شهر شباط 1992، وذلك باختيار افضل نموذج للتنبؤ لكل سلسلة من السلاسل الزمنية المتمثلة بالقدرة و انتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في القطر موزعة على اجمالي القطر وعلى مستوى محافظة بغداد بجاتبيها الكرخ والرصافة واجمالي المحافظات (عدا محافظة بغداد).

إن الأساليب الاحصائية المنوي استخدامها تتمثل في تطبيق طرائق التنبؤ الثلاثة المتمثلة بكل من طريقة التمهيد الأسى للسلاسل الزمنية الموسمية باستخدام طريقة ونتر والطرائق التحليلية وطريقة التنقية المعدلة. ومن ثم المقارنة بينها لتحديد النموذج الأفضل للسلاسل الزمنية المشار اليها اعلاه، والذي يستفاد منه لوضع الحلول الكفيلة من ناحية توزيعها والتخطيط لتوفيرها . وبغية تحقيق الهدف المنشود لهذا البحث، فسيتم تقسيمه الى ثلاثة مباحث:-

يتناول المبحث الأول عرض موجز للأسس النظرية للنماذج الموسمية المقترحة الثلاثة ، اما المبحث الثاني فسيتم تخصيصه للجانب التطبيقي للأساليب الاحصائية المذكورة في المبحث الأول ، ومن ثم المقارنة بينها لتحديد النموذج الأفضل للسلاسل الزمنية التي سبق ذكرها ، أما المبحث الثالث فسيضمن الاستنتاجات والتوصيات التي خرج بها البحث .

المبحث الأول / الإطار النظري

1-1 المقدمة

إن للتنبؤ أهمية كبيرة في عملية التخطيط واتخاذ القرارات في المجالات كافة، فعن طريقه يمكن التعرف على الظروف والحالة المحيطة بالمشكلة قيد الدرس قبل اتخاذ اي قرار بشأنها، لذلك فإن موضوع التنبؤ لاقى اهتماماً كبيراً من قبل الباحثين وقاموا بدراسته بشكل موسع، ونتيجة لذلك فقد تم تطوير طرائق التنبؤ المتوفرة وتم التوصل الى طرائق اخرى جديدة.

ونظراً لتعدد وتباين مجالات تطبيق الحالات التي تحتاج للتنبؤ، ولغرض معالجة مختلف انواع هذه الحالات فقد تم التوصل الى طرائق عديدة وأساليب متخصصة للتنبؤ تختلف فيما بينها من حيث درجة التعقيد والكفاءة والأسس الرياضية والاحصائية المعتمدة ومتطلباتها الاحصائية.

إن احدي هذه الطرق تتمثل في اسلوب تحليل السلاسل الزمنية (Time Series Analysis)، باعتبار أن قيمة المتغير المعني فيها يعتمد على متغير الزمن فقط، ويكون مرتبطاً به ارتباطاً وثيقاً. وتستخدم حينما يمكن الحصول على تنبؤات اكثر اعتمادية ودقة من خلال تحليل المسار الزمني للظاهرة، بافترض أن نفس الأنماط من التغيرات التي شهدتها المتغير المعني في الماضي ستسود في المستقبل .

إن الخاصية الرئيسية لهذا الأسلوب تتمثل في فصل العشوائية من السلسلة الزمنية بطريقة بحيث تجعل النمط الأساسي معروفاً، ولكن هذه الطرائق تختلف فيما بينها بكيفية فصل العشوائية من السلسلة الزمنية.

1- طريقة ونتر (النموذج الموسمي المضاعف A Multiplicative Seasonal (Mode

هذه الطريقة تعتبر احدي طرائق التمهيد الأسّي (Exponential Smoothing Methods)، التي تستخدم للتنبؤ بالسلاسل الزمنية الموسمية وتعود الى ونتر، وكثيراً ما تدعى بطريقة ونتر (Winter's Method).

وتفترض هذه الطريقة بأن نموذج السلسلة الزمنية يضم مركبة الاتجاه الخطي إضافة الى عامل الموسمي، وحسب الصيغة التالية :-

$$X_t = (a + b * t) C_t + U_t \dots \dots \dots (1-1)$$

حيث أن :-

X : المشاهدات الفعلية للسلسلة الزمنية .

a : المركبة الدائمة (Permanent Component) .

b : مركبة الاتجاه الخطي (Linear Trend Component) .

C_t : العامل الموسمي المضاعف (Multiplicative Seasonal Factor) .

U_t : مركبة الخطأ العشوائي (Random Error Component) .

t : عامل الزمن .

فإذا فرضنا ان طول الموسم هو (L) مشاهدة ، فإن العوامل الموسمية (C_t ; t=1,2,...,L) تعرف بحيث ان مجموعها يساوي طول الموسم .

إن الأسلوب التنبؤي لهذه الطريقة يقوم على اساس تقدير معاملات النموذج اعلاه باستخدام المشاهدات السابقة للسلسلة الزمنية، وذلك بتحديث تقديرات المركبة الدائمة ومركبة الاتجاه والعامل الموسمي عند كل فترة زمنية .

ولتطبيق طريقة ونتر، هناك مرحلتان متتاليتان، هما :-

1. مرحلة البداية (Initialization Stage) :-

وتتضمن استخدام المشاهدات التاريخية للسلسلة الزمنية ممثلة لأجزاء الفترة الزمنية للدورة الموسمية للحصول على بداية للأسلوب التنبؤي والذي يتمثل في تحديد القيم الابتدائية لتقديرات المعالم [$\hat{b}_1(0), \hat{b}_2(0), \hat{C}_t(0)$] لكل قيم (t=1,2,...,L) .

2. مرحلة تحديث التقديرات (Updating Stage) :-

وتتضمن اعادة تقدير معاملات النموذج في كل فترة زمنية بهدف تحديثها، وذلك بإدخال مشاهدة جديدة في كل مرة. حيث انه عند كل فترة زمنية هناك مشاهدة جديدة يمكن استخدامها لتحديث التقديرات المذكورة سابقاً.

وللتنبؤ بالقيم المستقبلية للسلسلة الزمنية الى (m=1,2,...) فترة فادمة تستخدم المعادلة التالية :-

$$\hat{X}_{t+m}(t) = [\hat{b}_1(t) + \hat{b}_2(t)m] \hat{C}_{t+m}(t+m-L) \dots \dots \dots (1-2)$$

حيث ان : $\hat{C}_{t+m}(t+m-L)$:- تقدير العامل الموسمي للفترة (t+m) والذي تم حسابه في

الفترة (t+m-L) .

3-1 الطرائق التحليلية (Decomposition Methods) :-

تعتمد الفكرة الأساسية لهذه الطرائق على أساس تحليل النمط المقدر للمتغير من خلال المشاهدات الحقيقية للسلسلة الزمنية الى مركباتها الرئيسية الأربعة المتمثلة (الاتجاه العام والموسمية والدورية والعشوائية)، وبعد قياس كل منها على انفراد يمكن التنبؤ بكل مركبة من المركبات الأربعة بصورة منفصلة، ومن ثم يتم ايجاد المحصلة لها والتي تمثل التنبؤ بمسار السلسلة الزمنية في المستقبل، بافتراض ان نفس النمط المشاهد في الماضي سيسود في المستقبل.

وتتمتاز هذه الطرائق في اعتمادها الكبير على الحدس، اضافة الى سهولة تطبيقها وتفسير نتائجها، الا ان لها عدد من المساوئ تكمن في صعوبة التنبؤ بمركبة الدورية وانها لا توفر اختبارات للتحقق من دقة العشوائية لأخطاء التنبؤ .

وتفترض هذه الطرائق ان قيمة المتغير في فترة زمنية معينة ناتجة من تأثير المركبات الرئيسية الأربعة، وحسب النموذج الرياضي العام التالي :-

$$X_t = f(T_t, S_t, C_t, E_t) \dots \dots \dots (1-3)$$

حيث أن :-

- . X_t : قيمة السلسلة الزمنية في الفترة (t) .
- . T_t : مركبة الاتجاه العام عند الفترة (t) .
- . S_t : المركبة الموسمية عند الفترة (t) .
- . C_t : المركبة الدورية عند الفترة (t) .
- . E_t : المركبة العشوائية عند الفترة (t) .
- . t : عامل الزمن .

وهناك عدة أنواع من النماذج الرياضية المختلفة التي تربط بين مركبات السلسلة الزمنية ، وجميعها تهدف لفصل هذه المركبات بعضها عن البعض الآخر ولأكبر دقة ممكنة .

وبالنظر الى كثرة هذه الطرائق فسننتقل الى طريقة النسبة الى الأوساط المتحركة

(The Ratio - To - Moving Averages Method) والتي اقترحت في عام 1920 من قبل الباحث ماكوكي (Macauley , F.R.) . وتفترض هذه الطريقة النموذج المنضرب للعلاقة بين مركبات السلسلة الزمنية، وحسب الصيغة التالية :-

$$X_t = T_t * S_t * C_t * E_t \dots \dots \dots (1-4)$$

وينص على ان المركبات الأربعة متداخلة مع بعضها وان كل واحدة منها تتناسب مع الثلاثة الأخرى . وان قيمة المتغير في نقطة زمنية معينة يساوي حاصل ضرب المركبات الأربعة ببعضها . ويتم التحليل وفق هذه الطريقة، باتباع الخطوات التالية :-

1. فصل مركبة الاتجاه العام - الدورية من السلسلة الزمنية، وذلك باحتساب المتوسطات المتحركة (Moving Averages) لقيم السلسلة الزمنية (X_t) وباعتماد عدد من الفترات مساوياً الى مدة الدورة الموسمية (S)، وذلك لازالة مركبة الموسمية - العشوائية منها .

2. فصل مركبة الموسمية - العشوائية من السلسلة الزمنية، وذلك بايجاد النسبة المتوية للقيم الفعلية لمشاهدات السلسلة الزمنية على قيم المتوسطات المتحركة .

3. حساب المؤشرات الموسمية، والتي تعد مقياساً للمركبة الموسمية الموجودة في السلسلة الزمنية. وذلك باختزال المركبة العشوائية من النسب المتوية المستخرجة في الخطوة الثانية، والتي نسم بالاستناد الى طريقة المعدل الوسيط (Medial Average Method)، ومن ثم يتم تعديلها ليكون معدلها يساوي (100%).

4. فصل مركبة الاتجاه العام من السلسلة الزمنية ، وذلك بموجب قياس الاتجاه العام باحدى الطرق .
5. حساب المؤشرات الدورية، والتي تعد مقياساً للمركبة الدورية الموجودة في السلسلة الزمنية. وذلك باحتساب المتوسطات المتحركة لمركبة الدورية - العشوائية باعتمادها لعدد من الفترات ثلاثة او خمسة او اي عدد آخر .
6. تقدير المركبة العشوائية، باستبعاد المركبة الدورية من المركبة الدورية - العشوائية.
7. التنبؤ بالقيم المستقبلية للسلسلة الزمنية الى ($m=1,2,\dots$) فترة قادمة، والتي تتطلب تحديد القيم التقديرية لكل من الاتجاه والمؤشر الموسمي والمؤشر الدوري الملائمة للفترات المقبلة المراد التنبؤ بها .

1- طريقة التنقية المعدلة (Adaptive Filtering Method) :-

تهدف هذه الطريقة الى تقدير مجموعة المعلمات المثلى لنموذج معين بأسلوب يقلل من متوسط مربعات الخطأ، وذلك بافتراض قيم اولية لمعلمات النموذج، والتي على ضوءها يتم تقدير قيم التنبؤات المستقبلية، ثم يحسب الخطأ المتبقي المتمثل بالفرق بين القيم الحقيقية والقيم التنبؤية الذي يدخل في معادلة خاصة تحدد قيم المعلمات الجديدة، ثم يحسب متوسط مربعات الخطأ (MSE) المقابل، وبالتالي تكرر العملية لحين الحصول على أقل (MSE)، وعندها تعتمد مجموعة المعلمات المثلى النهائية المقابلة في معادلة التنبؤ والتي تعطي افضل نموذج للسلسلة الزمنية، والذي يتميز بتغير معلماته في كل فترة زمنية.

تمتاز هذه الطريقة ببساطتها وسهولة استخدامها وامكان تطبيقها لعدد قليل من المشاهدات اضافة الى قلة القيود المتعلقة بتطبيقاتها، وتعاملها مع مدى واسع لنماذج السلاسل الزمنية اضافة الى كفاءة ودقة نتائجها.

ان الخاصية المميزة لطريقة التنقية الاحصائية هي القدرة على ضبط معلمات النموذج تلقائياً بالاعتماد على طريقة الانحدار السريع (Steep Descent)، وهي طريقة مثلى لتحديد قيم المعلمات، وتتم وفق معادلة الانحدار السريع التالية :-

$$W_{t+1} = W_t \mp 2Ka_{t+1} * X_t \dots \dots \dots (1-5)$$

حيث ان :-

W_{t+1} : قيمة المعلمة الجديدة .

W_t : قيمة المعلمة القديمة .

K : ثابت خطي (Linearing Constant) والذي يحدد سرعة التعديل، وتقع قيمته في المجال $(0 < K \leq 1)$.

a_{t+1} : الخطأ المتبقي، والذي يتوزع توزيعاً طبيعياً بمتوسط صفر وتباين (σ_a^2) .
وعلى ضوء هذه العلاقة نستطيع إيجاد قيمة متوسط مربعات الخطأ لكل معلمة جديدة ،

وتصبح قيم المعلمات مثلى عندما نحصل على أقل قيمة لـ (MSE) .

ولقد اقترنت استخدامات هذه الطريقة بنماذج بوكس - جينكينز، ولكن يوجد هناك اختلاف رئيسي بينهما، وهو ان المعلمات لطريقة (B-J) ثابتة بينما تتغير معلمات هذه الطريقة لكل مشاهدة جديدة .

حيث ان التنقية المعدلة تستخدم مع كل من النماذج الثلاث المتمثلة بنماذج الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة والمختلطة، إلا انه سيتم الركون الى التنقية المعدلة لنماذج الانحدار الذاتي (Adaptive Filtering For Autoregressive Models) لاعتمادنا عليها في الجانب التطبيقي .

وان نموذج الانحدار الذاتي يبين العلاقة بين المتغير (X_t) في الفترة الزمنية (t) وقيمة نفس المتغير في الفترة $(t-k)$ ، حيث ان (k) تمثل الفترات المزاحة ، وان الصيغة الرياضية للنموذج من الدرجة (P) هي كالتالي :-

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + a_t \dots \dots \dots (1-6)$$

وان الصيغة الرياضية للتنقية المعدلة لنموذج الانحدار الذاتي من الدرجة (P) هي :-

$$X_t = \phi_{1t} X_{t-1} + \phi_{2t} X_{t-2} + \dots + \phi_{pt} X_{t-p} + a_t \dots \dots \dots (1-7)$$

حيث أن :-

$\phi_{it} (i=1,2,\dots,P)$: هي معاملات غير ثابتة وتختلف بوضوح من فترة لأخرى .

a_t : هي قيمة الخطأ العشوائي ، ويتوزع توزيع طبيعي بوسط حسابي صفر وتباين (σ_a^2) .
 P : ترمز الى درجة النموذج .

ولتطبيق هذه الطريقة يتطلب توفر النقطتين التاليتين :-

1. تحديد درجة النموذج: وان درجة النموذج تأخذ القيم $(P=2 \text{ or } P=3)$ عندما تكون مشاهدات السلسلة الزمنية غير موسمية، وتأخذ القيمة $(P=L)$ عندما تكون مشاهدات السلسلة موسمية، حيث ان (L) يمثل طول الموسم. وكلما كانت درجة النموذج كبيرة يزداد عدد التكرارات للوصول الى اقل خطأ. ويمكن استخدام طريقة بوكس - جينكينز لتحديد درجة النموذج اعتماداً على مرحلة التشخيص .
2. تحديد قيمة الثابت (K) : والذي يحدد سرعة الوصول الى القيم المثلى للمعاملات ، ويحدد عدد التكرارات التي يجب استخدامها ، حيث ان عدد التكرارات يتناسب تناسباً عكسياً مع قيمة الثابت (K) . وان قيمة (K) يمكن تحديدها كالتالي :-

$$0 < K < \frac{1}{\sum_{i=1}^p X_{t-i}^2} \text{ أو } 0 < K \leq \frac{1}{p} \text{ :- جعلها :-}$$

المبحث الثاني/ الاطار التطبيقي

2 المقدمة

يتضمن هذا المبحث تطبيق طرائق التنبؤ الثلاث والمتمثلة بكل من طريقة التمهيد الأسّي لسلاسل الزمنية الموسمية باستخدام طريقة ونتر والطرائق التحليلية وطريقة التنقيح المعدلة وفق سلاسل الزمنية المتعلقة بالقدرة وانتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في القطر. ونظراً لأهمية موسمية لبيانات الكهرباء فإن اي تحسن بالتنبؤ لها ذو فائدة كبيرة للقطر، لذا تمت مقارنة نتائج للنماذج اعلاه .

لقد تضمن العمل الميداني جمع ثلاثة انواع من البيانات اليومية التي تخص الفترة منذ مطلع شهر تموز لسنة 1991 ولغاية نهاية شهر شباط لسنة 1992 لكل سلسلة من السلاسل الزمنية متمثلة بالقدرة وانتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في العراق موزعة على اجمالي القطر وعلى مستوى محافظة بغداد بجانبها الكرخ والرصافة واجمالي المحافظات (عدا محافظة بغداد). والتي م استيقاها من كل من الشركة العامة لتوليد ونقل الطاقة الكهربائية والشركة العامة لتوزيع كهرباء بغداد .

إن الخطوة الأولى في تحليل السلاسل الزمنية هي رسم المشاهدات مقابل الزمن، حيث ان هذا الرسم يساعدنا في التعرف على بعض الخصائص المهمة للسلسلة الزمنية مثل وجود الاتجاه العام والموسمية والدورية والقيم الشاذة، اضافة الى الوقوف على استقرارية السلسلة الزمنية من عدمها. وعليه، تم رسم القيم الأصلية للسلاسل الزمنية المذكورة اعلاه خلال المدة المبحوثة، والتي تعكس وجود بعض القيم الشاذة في بعضاً منها، لذلك تمت معالجتها بموجب التحويلات فيها لكي تتفق ومسار الاتجاه العام لمشاهدات السلاسل الزمنية ذاتها. ثم اعيد رسمها من جديد، وكما يتضح من الرسومات البيانية رقم (4 - 13)، والتي اشارت الى استقرارية السلاسل الزمنية قيد البحث، فضلاً عن انها تتسم بصفة موسمية، وان طول الدورة الموسمية لكافة السلاسل يعادل (7) يوم. ليتم العمل بعد ذلك على اختيار افضل نموذج للتنبؤ لكل واحدة منها .

2-2 تطبيق طريقة ونتر

لقد افرزت نتائج تطبيق هذه الطريقة لقيم مشاهدات كافة السلاسل الزمنية العشرة قيد البحث قيم ثوابت التمهيد المثلى وقيم التقديرات الأولية للمعلمات عند $(T=0)$ ، والمبينة في الجدول رقم (1). وان المرحلة الثانية تتمثل في استخدام البيانات الواردة في الجدول اعلاه، بغية الحصول على القيم التنبؤية والأخطاء المرافقة لها للسلاسل الزمنية ذاتها خلال المدة المبحوثة، اضافة الى قيمة متوسط مربعات الخطأ (MSE) لكل واحدة منها .

2-3 تطبيق الطرائق التحليلية

تعكس الرسوم البيانية للسلاسل الزمنية العشرة قيد البحث بأنها تتميز بموسمية عالية خلال المدة المبحوثة. لذلك تم تطبيق الطريقة التقليدية لتحليل السلسلة الزمنية (طريقة النسبة الى الأوساط المتحركة) عليها، والتي تضمنت ما يلي:-

1. حساب المتوسطات المتحركة بطول (7) يوم والنسبة المئوية لقيم السلسلة الزمنية الى الأوساط المتحركة لكل يوم من ايام الأسبوع خلال الفترة قيد البحث وللسلاسل الزمنية العشرة .
2. حساب المؤشرات الموسمية لكل يوم من ايام الأسبوع، ولكافة السلاسل الزمنية، وكما يتضح ذلك من الجدول رقم (2) .
3. إزالة تأثير الموسمية من المشاهدات اليومية للسلاسل الزمنية قيد البحث، وذلك باحتساب النسبة المئوية لقيم السلسلة الزمنية الى الدليل الموسمي لكل يوم من ايام الأسبوع خلال الفترة قيد البحث .
4. حساب القيم التقديرية للاتجاه للسلاسل الزمنية قيد البحث بعد ازالة تأثير الموسمية لكل واحدة منها، والتي تم الحصول عليها من استخدام نموذج الاتجاه الموفق والملائم لتمثيل بيانات السلاسل الزمنية هو نموذج الاتجاه من الدرجة الثانية، والمبين في الجدول رقم (3) .

إن اختيار نموذج الاتجاه الملائم لتمثيل بيانات السلاسل الزمنية قيد البحث تم عن طريق توفيق عدد من النماذج واختيار النموذج الذي اعطى اكبـر قيمة لـ (R^2) وأقل قيمة لكل من (MSE) و $(MAPE)$. حيث تم توفيق اربعة نماذج هي (نموذج الاتجاه الخطي، ونموذج الاتجاه من الدرجة الثانية، والنموذج الأسّي، ونموذج منحنى القوة) . وباستخدام النماذج الموفقة تم الحصول على القيم التنبؤية والأخطاء المرافقة لها للفترة قيد الدراسة مع قيم (MSE) و $(MAPE)$ لكل نموذج من النماذج الأربعة. وبمقارنة قيم (R^2) و (MSE) و $(MAPE)$ الناتجة من توفيق النماذج الأربعة، وكما موضح في الجدول رقم (4)، نستنتج ان نموذج الاتجاه من الدرجة الثانية أكثر ملائمة لتمثيل بيانات السلاسل الزمنية العشرة قيد البحث .

5. حساب قيم المؤشرات العشوائية من حاصل قسمة القيم الأصلية للسلاسل الزمنية على حاصل ضرب القيم التقديرية للاتجاه وقيم المؤشرات الموسمية .
6. احتساب القيم التنبؤية والأخطاء المرافقة لها للفترة قيد الدراسة مع قيم (MSE) لكافة السلاسل الزمنية قيد البحث .

4-2 تطبيق طريقة التنقية المعدلة

لغرض تطبيق طريقة التنقية المعدلة على البيانات اليومية المتعلقة بالقدرة واتناج واستهلاك الطاقة الكهربائية في القطر وعلى مستوى محافظة بغداد بجانبها الكرخ والرصافة واجمالي المحافظات (عدا محافظة بغداد) خلال المدة المبحوثة، فلقد تم استخدام النموذج $AR(P)$ وذلك عندما تكون قيمة $(P=7)$ ليتم بعدها ايجاد معادلة التنبؤ والمؤشرات الاحصائية الخاصة بمتوسط مربعات الخطأ (MSE) لكل سلسلة من السلاسل الزمنية العشرة قيد البحث .
ولتطبيق معادلة تنقية المعلمات يستوجب تحديد القيم الأولية للمعلمات وتحديد قيمة الثابت (K) . حيث ان تحديد القيم الأولية للمعلمات يكون كما يلي :-

$$\left(\phi_1 = \phi_2 = \dots = \phi_7 = \frac{1}{7} = 0.1429 \right) , \text{ كذلك تكون قيمة الثابت}$$

$$. (K = \frac{1}{7} = 0.1429)$$

وبتعويض كل من قيم الثابت والقيم الأولية للمعلمات في معادلة الانحدار السريع تم الحصول على القيم النهائية للمعلمات للسلاسل الزمنية العشرة قيد البحث بعد تكرار معادلة الانحدار السريع عدة مرات، اضافة الى قيمة متوسط مربعات الخطأ (MSE) .

5-2 مقارنة نتائج تطبيق طرائق التنبؤ المستخدمة في البحث :-

لغرض اجراء المقارنة بين نتائج طرائق التنبؤ الثلاث المستخدمة في البحث لاختيار اكثرها ملائمة لتمثيل بيانات كل سلسلة من السلاسل الزمنية العشرة قيد الدراسة، سوف نعتمد على معيار احصائي للدقة وهو متوسط مربعات خطأ التنبؤ (MSE) . والجدول رقم (5) يوضح قيم (MSE) الناتجة من تطبيق طرائق التنبؤ الثلاث المستخدمة في البحث على بيانات السلاسل الزمنية قيد الدراسة.

يتضح لنا من الجدول المذكور ومن خلال المقارنة بين نتائج تطبيق طرائق التنبؤ الثلاث، ان طريقة ونتر اكثر ملائمة لتمثيل بيانات السلاسل الزمنية العشرة قيد الدراسة من الطرائق الأخرى لأنها تعطي قيم (MSE) اقل، تليها الطرائق التحليلية، وأخيراً طريقة التنقية المعدلة. لذلك فاننا نوصي باعتماد طريقة ونتر للتنبؤ بالقيم المستقبلية للسلاسل الزمنية العشرة قيد الدراسة.

6-2 التنبؤ (Forecasting) :-

سيتم اعتماد طريقة ونتر الملائمة للتوفيق في التنبؤ بالقيم المستقبلية للسلاسل الزمنية العشرة قيد البحث، من خلال تغذية بيانات الجدول رقم (1) في المعادلة رقم (2-1) والواردة في المبحث الأول، للحصول على القيم التنبؤية لكل من القدرة واتناج واستهلاك الطاقة الكهربائية في العراق الى ($L=1,2,\dots,14$) فترة زمنية قادمة، أي في الأيام الأربعة عشر الأولى من شهر آذار لعام 1992، والمبينة نتائجها في الجدول رقم (6)، وفي الأشكال البيانية رقم (14-23).

المبحث الثالث الاستنتاجات والتوصيات

3-1 الاستنتاجات :-

1. من خلال ملاحظة الرسوم البيانية للسلاسل الزمنية المتمثلة بالمشاهدات اليومية للقدرة ونتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في القطر موزعة على اجمالي القطر وعلى مستوى محافظة بغداد بجانبها الكرخ والرصافة واجمالي المحافظات (عدا محافظة بغداد) خلال المدة 1991/7/1 ولغاية 1992/2/29، توصلنا الى ان السلاسل الزمنية العشرة غير مستقرة، لذلك تم معالجة هذه الظاهرة وتحويلها الى اخرى مستقرة .
2. من خلال ملاحظة قيم المؤشرات الموسمية للسلاسل الزمنية العشرة قيد البحث، وكما موضح في الجدول رقم (2)، يتبين ما يلي :-
بالنسبة لانتاج القطر، فان اعلى قيمة للمؤشر الموسمي تكون في يوم السبت وتبلغ (107.42) واقل قيمة تكون في يوم الجمعة وتبلغ (99.09) وهذا يعني ان انتاج القطر في يوم السبت يكون اكبر من بقية ايام الاسبوع بنسبة (7.42%)، وفي يوم الجمعة تكون اقل من بقية ايام الاسبوع بنسبة (0.91%) نتيجة للتأثير الموسمي. أما بالنسبة لسلسلة قدرة القطر فإن اعلى قيمة للمؤشر الموسمي تكون في يوم الأحد وتبلغ (100.95) واقل قيمة تكون في يوم الخميس وتبلغ (98.54) وهذا يعني ان قدرة القطر في يوم الأحد تكون اكبر من بقية ايام الاسبوع بنسبة (0.95%)، وفي يوم الخميس تكون اقل من بقية ايام الاسبوع بنسبة (1.46%) نتيجة للتأثير الموسمي. وهكذا بالنسبة لبقية السلاسل الزمنية الأخرى وتفسر بالأسلوب نفسه. ومما سبق نستنتج ان نمط التغيرات الموسمية يختلف من سلسلة الى أخرى.
3. بالاعتماد على قيم (MSE) و (MAPE) بصفة معايير احصائية للدقة اضافة الى معيار (R^2) والنتيجة من توفيق نموذج الاتجاه الخطي ونموذج الاتجاه من الدرجة الثانية والنموذج الأسّي ونموذج منحنى القوة وكما موضح في الجدول رقم (4) نستنتج ان نموذج الاتجاه الأكثر ملاءمة لتمثيل بيانات السلاسل الزمنية العشرة قيد البحث هو نموذج الاتجاه من الدرجة الثانية والموضحة في الجدول رقم (3) .
4. من ملاحظة قيم المؤشرات العشوائية للسلاسل الزمنية العشرة قيد الدراسة، نستنتج ان العشوائية ضعيفة فيها .
5. بالاعتماد على قيم (MSE) بصفة معايير احصائية للدقة والنتيجة من تطبيق طريقة ونتر والطرائق التحليلية وطريقة التنقية المعدلة وكما موضح في الجدول رقم (5)، نستنتج ان طريقة ونتر اكثر ملاءمة لتمثيل بيانات السلاسل الزمنية العشرة قيد البحث من الطرائق الأخرى لأنها تعطي قيم (MSE) اقل ، تليها الطرائق التحليلية، وأخيراً طريقة التنقية المعدلة، ولكن مع وجود بعض التحفظ لأن الاداء المستقبلي لها ليس بالضرورة ان يكون بنفس كفاءة الاداء للفترة التي تم تطبيق هذه الطرائق عليها.

2-3 التوصيات

توصلت الباحثة الى عدد من التوصيات نتيجة البحث والتقصي، قسم منها عامة لا ترى لزوما للدخول فيها، ولكنها اكدت على التوصيات المنبثقة من واقع المعاشة مع البيانات قيد البحث وهي:-

1. استخدام طريقة ونتر للتنبؤ بالقيم المستقبلية للقدرة ونتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في القطر موزعة على اجمالي القطر وعلى مستوى محافظة بغداد بجانبها الكرخ والرصافة واجمالي المحافظات (عدا محافظة بغداد).
2. تطبيق طريقة بوكس - جينكينز (B-J) في التنبؤ بالقدرة ونتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في القطر موزعة على اجمالي القطر وعلى مستوى محافظة بغداد بجانبها الكرخ والرصافة واجمالي المحافظات (عدا محافظة بغداد)، ومقارنة نتائجها مع طريقة ونتر.
3. دراسة العوامل الأخرى التي تؤثر على القدرة ونتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية، مثل عدد السكان ودرجات الحرارة، وكما ينبغي دراسة التطور الحاصل في المجالات الصناعية، وحجم الصناعة وعدد المصانع والتطور التكنولوجي وعدد الأجهزة الكهربائية المستخدمة ونوعها.

المصادر

1. Anderson O.D., "Time Series Analysis And Forecasting "Butter Worth , 1976 .
2. Anderson , O.D. , " Forecasting " New York , North - Holland .
3. Chatfield , C., "The Analysis Of Time Series Theory And practice", London , Chapman and Hall , 1975 .
4. Chatfield, C., "Time Analysis Of Time Series; An Introduction" London , Chapman and Hall 1982 .
5. Douglas, C.M. & Contreas L.E. "A note On forecasting With Adaptive Filtering O.P.Q " Vol 28 No 1, P(87-91) , (1977) .
6. Fuller, W.A. "Introduction To Statistical Time Series" , New York, John Wiley and Sons , Inc 1976 .
7. ----- Forecasting Method and Application , New York , John Wiley, 1978 .
8. Golder, E.R Settle , J.G. , "On Adaptive Filtering O.P.Q Vol . 27 No. 4 , P. (857-867) , (1976) .
9. Harris, R., "A Note Of The Paper. An Examination of The Use Of Adaptive Filtering In Forecasting" O.P.Q. Vol 124 , No 4, P. (460), 1973 .
10. Makridakis S. And Wheel Wright S.C. "Forecasting Method And Application" 1978 .
11. Makridakis S. And Wheel Wright S., John Wiley & Sons, "Forecasting Method And Applications" 1978 .
12. Montgomery, D.C. and Johnson L.A., "Forecasting And Time Series Analysis "Mc Graw - Hill Book Company , New York , 1976 .
13. Wheel Wright, S.G., & Makridakis, S. "An Examination of The Use Of Adaptive Filtering In Forecasting O.P.Q. "Vol 24, No 1, P (55-64) , 1973 .

جدول رقم (11)
قيم ثوابت التمهيد المثلثي وقيم التقديرات الأولية للمعاملات عند (T = 0) للفترة واستهلاك ونتاج الطاقة الكهربائية في القطر
التقديرية للبيانات

قيم ثوابت التمهيد المثلثي	البيانات											
γ	β	α	$C_7(0)$	$C_6(0)$	$C_5(0)$	$C_4(0)$	$C_3(0)$	$C_2(0)$	$C_1(0)$	$b(0)$	$a(0)$	
0.00	0.00	0.66	1.001	0.979	0.994	1.008	1.007	1.003	1.008	-5.23	76000.52	انتاج القطر
0.00	0.00	0.70	1.004	0.986	0.988	1.003	1.003	1.009	1.006	2.57	3753.28	فترة القطر
0.00	0.00	0.65	1.009	0.962	0.990	1.005	1.015	1.014	1.004	0.55	1111.71	فترة محافظة بغداد
0.00	0.00	0.38	0.999	0.964	0.997	0.999	1.017	1.017	1.006	0.18	539.38	فترة جانب الكرخ
0.00	0.00	0.410	1.020	0.959	0.982	1.008	1.016	1.011	1.004	0.43	566.98	فترة جانب الرصافة
0.00	0.00	0.270	1.004	1.002	0.994	0.982	0.999	1.010	1.009	2.92	2650.82	فترة المحافظات
0.00	0.00	0.450	1.001	0.952	0.997	1.010	1.023	1.005	1.011	-11.46	10827.94	استهلاك جانب الكرخ
0.00	0.00	0.530	1.017	0.953	0.983	1.009	1.019	1.010	1.008	-15.87	11415.0	استهلاك جانب الرصافة
0.00	0.00	0.610	1.009	0.953	0.990	1.010	1.021	1.007	1.010	-27.33	22413.36	استهلاك محافظة بغداد
0.00	0.00	0.580	0.997	0.992	0.997	1.008	0.999	1.000	1.007	22.11	53464.67	استهلاك المحافظات

ملاحظة :- احتسب من قبل الباحث.

جدول رقم (2)
المؤشرات الموسمية لكل يوم من أيام الأسبوع للقدرة واستهلاك وإنتاج الطاقة الكهربائية في القطر

المعدل	الجمعة	الخميس	الأربعاء	الثلاثاء	الاثنين	الأحد	السبت	الفقرات	ت
100.0	99.09	96.61	98.29	99.76	99.58	99.25	107.42	إنتاج القطر	1
100.0	100.49	98.54	98.76	100.32	100.32	100.95	100.62	فترة القطر	2
100.0	100.85	96.23	98.95	100.60	101.52	101.32	100.53	فترة محافظة بغداد	3
100.0	99.98	96.80	99.47	100.25	101.61	101.30	100.59	فترة جنوب الكرخ	4
100.0	102.04	95.96	98.21	100.76	101.48	101.06	100.49	فترة جنوب الرصافة	5
100.0	100.18	100.05	99.12	99.30	99.67	100.83	100.83	فترة المحافظات	6
100.0	99.82	95.63	99.70	101.08	102.27	100.65	100.87	استهلاك جنوب الكرخ	7
100.0	101.74	95.24	98.35	100.93	101.96	101.12	100.65	استهلاك جنوب الرصافة	8
100.0	100.72	95.25	99.04	101.08	102.07	100.95	100.90	استهلاك محافظة بغداد	9
100.0	99.91	99.08	99.49	100.74	99.93	100.02	100.84	استهلاك المحافظات	10

المصدر :- احسب من قبل الباحث .

جدول رقم (3) تقديرات نموذج الاتجاه الموفق من الدرجة الثانية للسلاسل الزمنية المتقطعة بالقدرة واستهلاك و إنتاج الطاقة الكهربائية في العراق

ت	البيانات	نموذج الاتجاه الموفق
1	إنتاج القطر	$Y = 77532.17 - 322.27t + 1.65t^2$
2	قدرة القطر	$Y = 3281.02 - 8.15t + 0.06t^2$
3	قدرة محافظة بغداد	$Y = 1170.61 - 2.68t + 0.01t^2$
4	قدرة جانب الكرخ	$Y = 589.47 - 1.61t + 0.01t^2$
5	قدرة جانب الرصافة	$Y = 575.46 - 0.99t + 0.01t^2$
6	قدرة المحافظات	$Y = 2026.55 - 2.75t + 0.03t^2$
7	استهلاك جانب الكرخ	$Y = 14609.69 - 85.9t + 0.37t^2$
8	استهلاك جانب الرصافة	$Y = 15003.03 - 82.86t + 0.36t^2$
9	استهلاك محافظة بغداد	$Y = 29615.41 - 168.62t + 0.73t^2$
10	استهلاك المحافظات	$Y = 47890.71 - 153.31t + 0.92t^2$

المصدر :- احسب من قبل الباحث .

جدول رقم (4)
قيم (MAPE و MSE و R²) الناتجة من تطبيق نماذج الاتجاه على السلاسل الزمنية المتعلقة
بالقدرة واستهلاك الطاقة الكهربائية في العراق

نموذج الاتجاه من الدرجة الثانية $Y = a + b t + t^2$				نموذج الاتجاه الخطي $Y = a + b t$				البيانات	ت
MAPE	MSE	R ²	MAPE	MSE	R ²				
7.297	35405391.9	0.531594445	11.319	69553189.8	0.079826	1	نتاج القطر		
4.381	30778.6	0.761473	6.951	68772.1	0.467032	2	قدرة القطر		
8.963	12098.9	0.229507	9.774	15300.4	0.025629	3	قدرة محافظة بغداد		
9.628	3541.2	0.242069	10.953	4613.7	0.012508	4	قدرة جانب الكرخ		
9.177	3513.9	0.164277	9.766	4020.6	0.043762	5	قدرة جانب الرصافة		
4.719	20691.1	0.734433	6.297	30750.3	0.605326	6	قدرة المحافظات		
11.790	2271540.9	0.442956	16.417	4005249.5	0.017804	7	استهلاك جانب الكرخ		
10.226	1926448.0	0.466706	14.626	3528719.0	0.023153	8	استهلاك جانب الرصافة		
10.629	7857754.4	0.470671	15.396	14532365.3	0.021043	9	استهلاك محافظة بغداد		
6.094	10784673.1	0.642640	9.181	21313262.7	0.293766	10	استهلاك المحافظات		

تابع جدول رقم (4)

نموذج منحنى القوة $\ln Y = \ln a + b \ln t$				النموذج الأسّي $\ln Y = \ln a + (\ln b) t$				البيانات
MAPE	MSE	R ²	MAPE	MSE	R ²			
11.606	75636019.8	0.000072	12.324	94179106.4	0.066999		إنتاج القطر	
17.572	494037.5	0.160985	9.555	185897.4	0.44311		قدرة القطر	
10.295	17561.6	0.003496	12.786	26690.3	0.018716		قدرة محافظة بغداد	
11.020	4672.9	0.000125	25.280	22016.1	0.008653		قدرة جانب الكرخ	
12.216	7269.8	0.030111	22.169	18419.4	0.3969578		قدرة جانب الرصافة	
27.245	455384.4	0.315483	10.855	110923.9	0.580098		قدرة المحافظات	
33.497	14124378.8	0.095366	16.706	4209752.5	0.011269		استهلاك جانب الكرخ	
34.313	16198564.9	0.129689	15.482	4905682.6	0.016008		استهلاك جانب الرصافة	
33.948	60927198.1	0.115752	15.676	15285926.4	0.014291		استهلاك محافظة بغداد	
13.147	65983466.5	0.057592	11.987	53296235.7	0.263872		استهلاك المحافظات	

المصدر :- احسب من قبل الباحث .

جدول رقم (5)
قيم (MSE) الناتجة من تطبيق طريقة التنقية المعدلة وطريقة ونتر والطرائق التحليلية للسلاسل الزمنية المتمثلة بالقدرة ونتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في العراق

طريقة التنقية المعدلة	الطرائق التحليلية	طريقة ونتر	البيانات	ت
36239567.145	35905142.844	5581273.951	انتاج القطر	1
32750401.432	30869.038	9636.844	قدرة القطر	2
15752.951	12131.355	2118.547	قدرة محافظة بغداد	3
4219.734	3547.588	1133.230	قدرة جانب الكرخ	4
5257.030	3506.451	877.851	قدرة جانب الرصافة	5
22421.395	20647.924	18389.014	قدرة المحافظات	6
3591723.314	2270022.085	646970.396	استهلاك جانب الكرخ	7
2549839.508	1923228.624	473596.805	استهلاك جانب الرصافة	8
8153758.902	7858073.972	1625528.101	استهلاك محافظة بغداد	9
11678845.923	10805096.380	3315232.525	استهلاك المحافظات	10

المصدر :- احسب من قبل الباحثه .

القيم التنبؤية الناتجة من تطبيق طريقة ونشر للسلاسل الزمنية المتمثلة بالفترة ونتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية
 جدول رقم (6)
 في العراق للفترة (1-14 / 3 / 1992)

ت	البيسان	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	النتاج القطر	76603	76218	76517	76587	75519	74374	76040	76566	76181	76480	76551	75482	74338	76003
2	فترة القطر	3778	3792	3772	3775	3721	3716	3786	3796	3810	3790	3793	3739	3734	3804
3	فترة محافظة بغداد	1117	1128	1130	1119	1103	1073	1126	1121	1132	1134	1123	1107	1076	1129
4	فترة جانب الكرخ	543	549	549	540	539	521	540	544	550	550	541	540	522	541
5	فترة جانب الرصافة	570	574	577	573	559	546	581	573	577	580	576	562	549	584
6	فترة المحافظات	2678	2683	2657	2615	2649	2674	2682	2698	2704	2677	2635	2670	2694	2702
7	استهلاك جانب الكرخ	10935	10859	11042	10890	10738	10243	10758	10854	10778	10960	10809	10658	10166	10678
8	استهلاك جانب الرصافة	11490	11497	11583	11454	11143	10788	11496	11378	11385	11470	11342	11034	10682	11383
9	استهلاك محافظة بغداد	22610	22515	22800	22527	22054	21204	22422	22417	22323	22605	22334	21865	21021	22229
10	استهلاك المحافظات	53861	53509	53477	53982	53414	53169	53459	54017	53664	53632	54138	53569	53322	53613

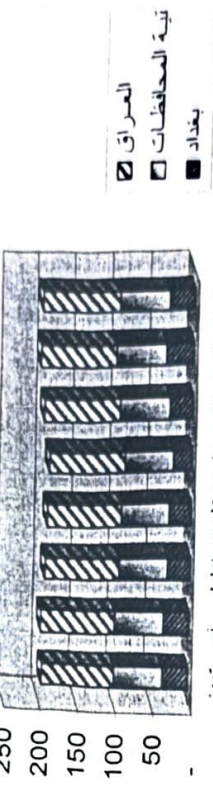
المصدر :- احتساب من قبل الباحث

الرسم البياني رقم (1) تطور انتاج الطاقة الكهربائية في العراق خلال المدة (1991/7/1 - 1992/2/29)



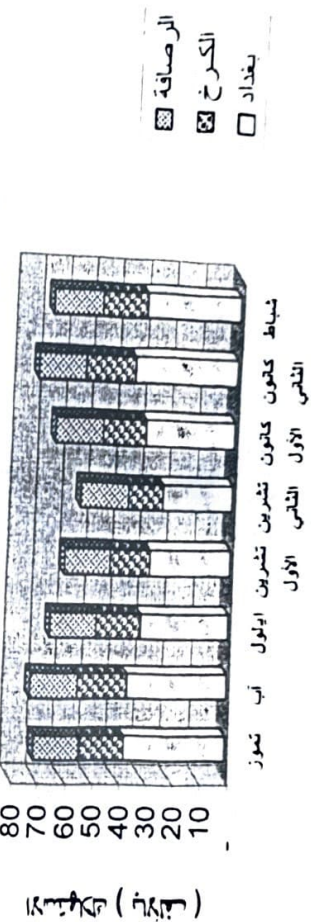
الأشهر

رسم البياني رقم (2) تطور استهلاك الطاقة الكهربائية في العراق خلال المدة (1991/7/1 - 1992/2/29)



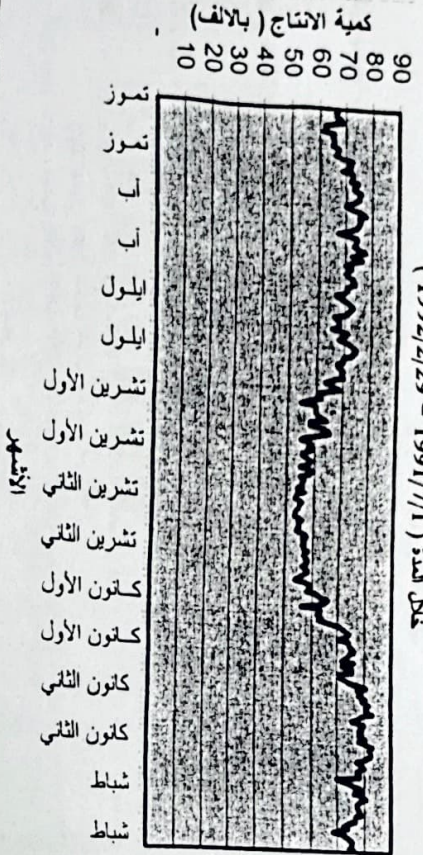
الأشهر

الرسم البياني رقم (3) تطور استهلاك الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد بجانبها الكرخ والرصافة خلال المدة (1991/7/1 - 1992/2/29)

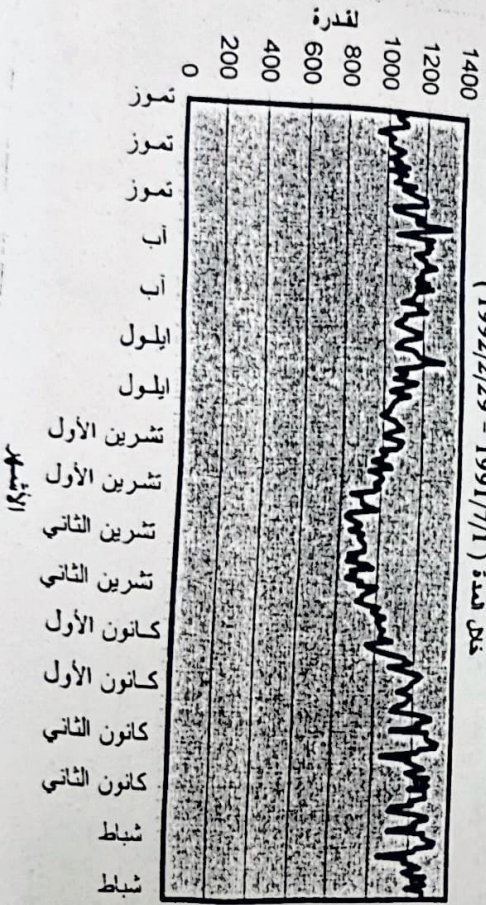


الأشهر

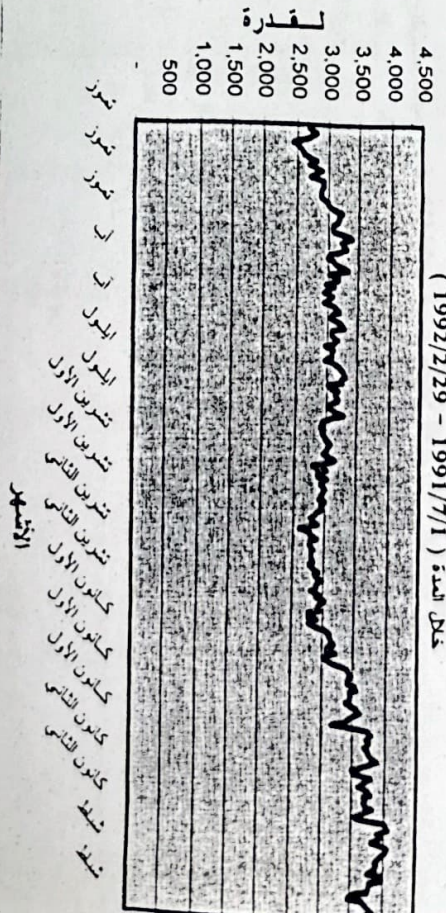
الرسم البياني رقم (4) تطور كمية إنتاج الطاقة الكهربائية في العراق
خلال الـمدة (1991/7/1 - 1992/2/29)



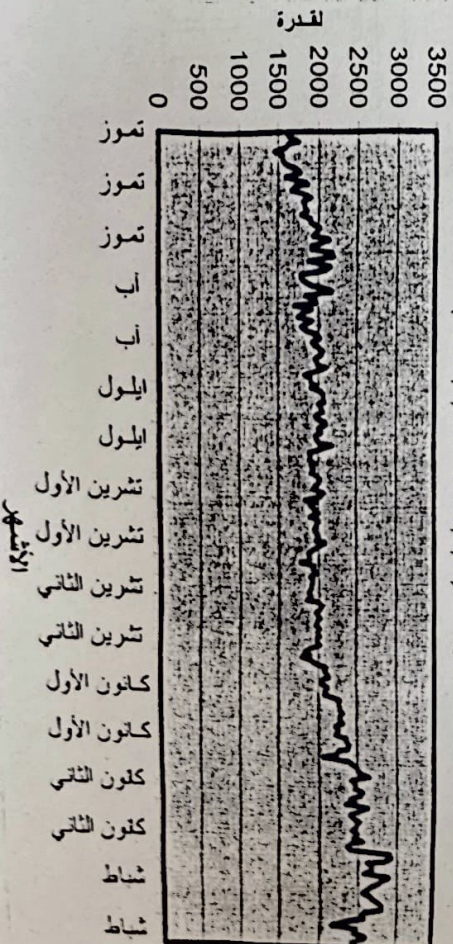
الرسم البياني رقم (6) تطور القدرة للطاقة الكهربائية في محافظة بغداد
خلال الـمدة (1991/7/1 - 1992/2/29)



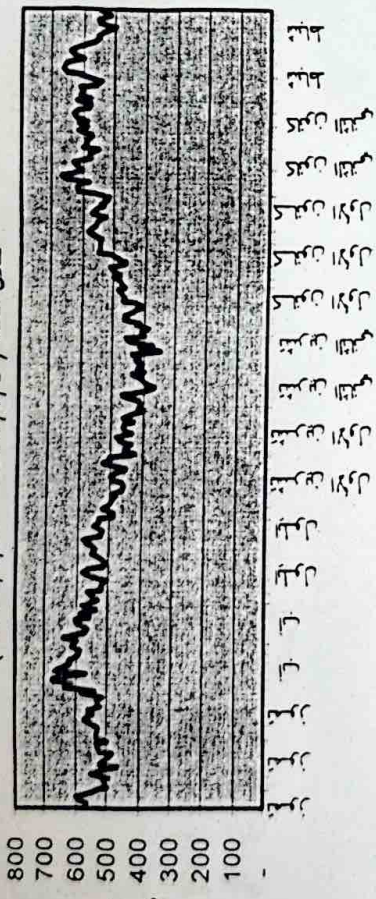
الرسم البياني رقم (5) تطور القدرة للطاقة الكهربائية في العراق
خلال الـمدة (1991/7/1 - 1992/2/29)



الرسم البياني رقم (7) تطور القدرة للطاقة الكهربائية في باقي محافظات القطر
خلال الـمدة (1991/7/1 - 1992/2/29)

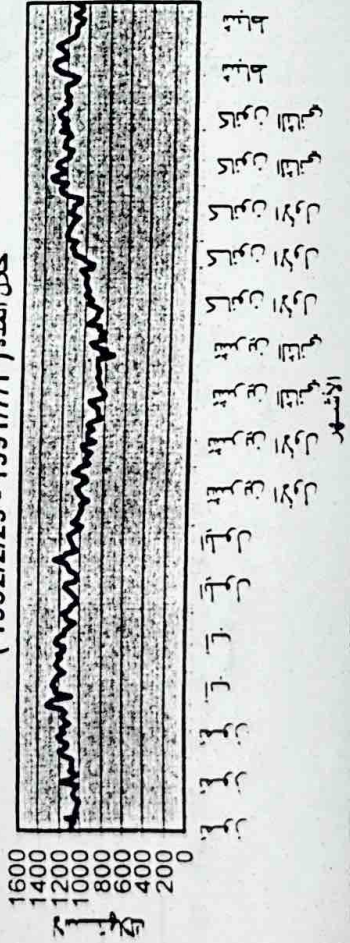


الرسم البياني رقم (8) تطور القدرة للطاقة الكهربائية في جانب الكرخ
خلال المدة (1991/7/1 - 1992/2/29)



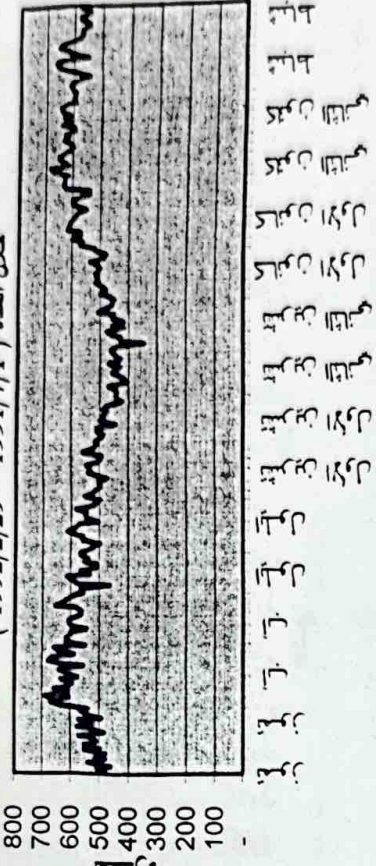
الاشهر

الرسم البياني رقم (10) تطور استهلاك الطاقة الكهربائية في محافظة بغداد
خلال المدة (1991/7/1 - 1992/2/29)



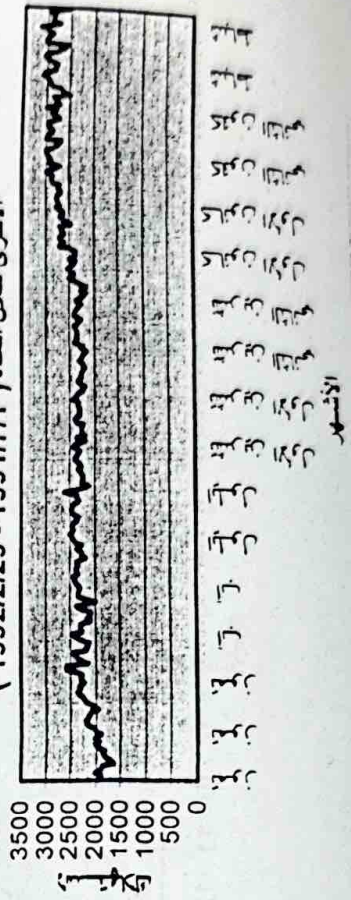
الاشهر

الرسم البياني رقم (9) تطور القدرة للطاقة الكهربائية في جانب الرصافة
خلال المدة (1991/7/1 - 1992/2/29)



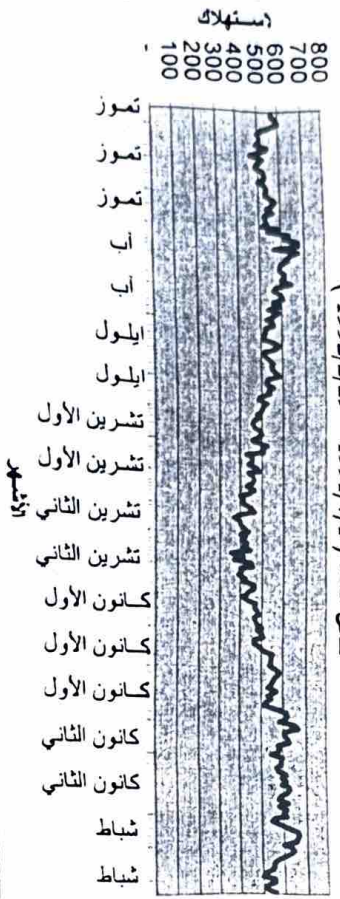
الاشهر

الرسم البياني رقم (11) تطور استهلاك الطاقة الكهربائية في المحافظات الأخرى خلال المدة (1991/7/1 - 1992/2/29)

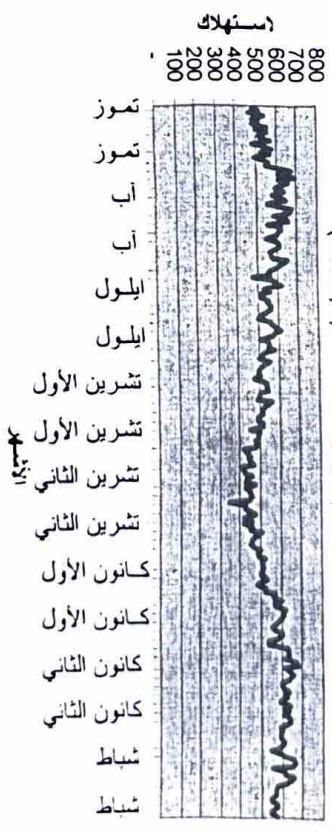


الاشهر

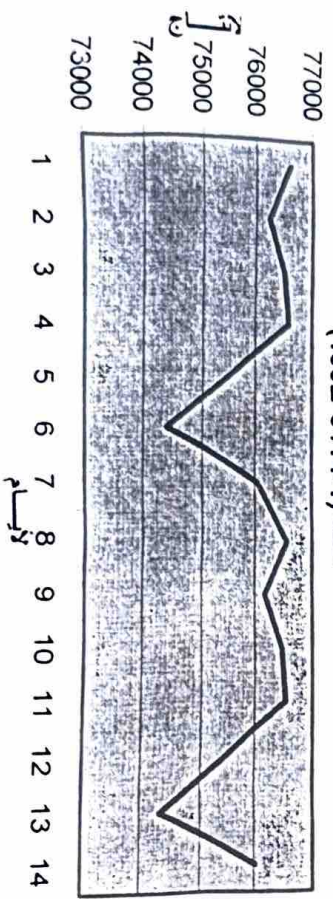
الرسم البياني رقم (12) تطور استهلاك الطاقة الكهربائية في جيب الكرخ
خلال المدة (1991/7/1 - 1992/2/29)



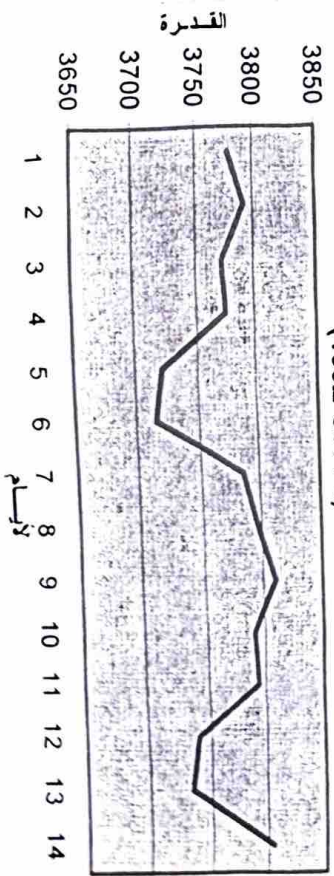
الرسم البياني رقم (13) تطور استهلاك الطاقة الكهربائية في جيب الرصافة
خلال المدة (1991/7/1 - 1992/2/29)



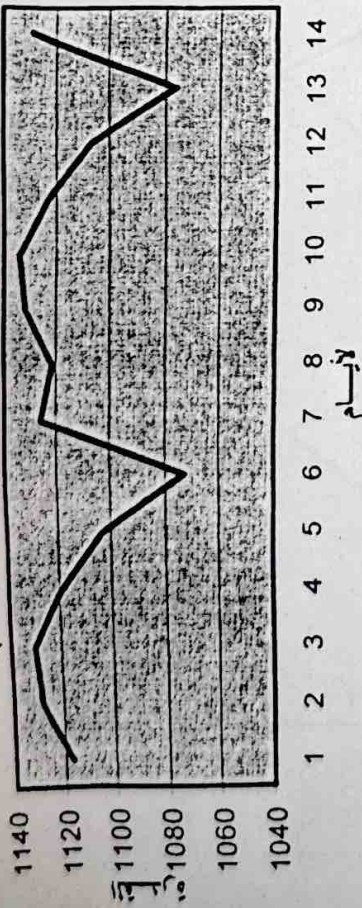
الرسم البياني رقم (14) القيم التنبؤية لإنتاج الطاقة الكهربائية في العراق
للمدة (1-14/3/1992)



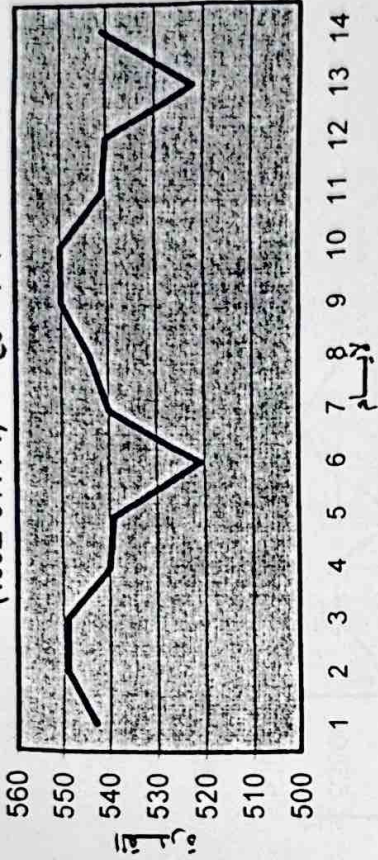
الرسم البياني رقم (15) القيم التنبؤية للاستهلاك للطاقة الكهربائية في العراق
للمدة (1-14/3/1992)



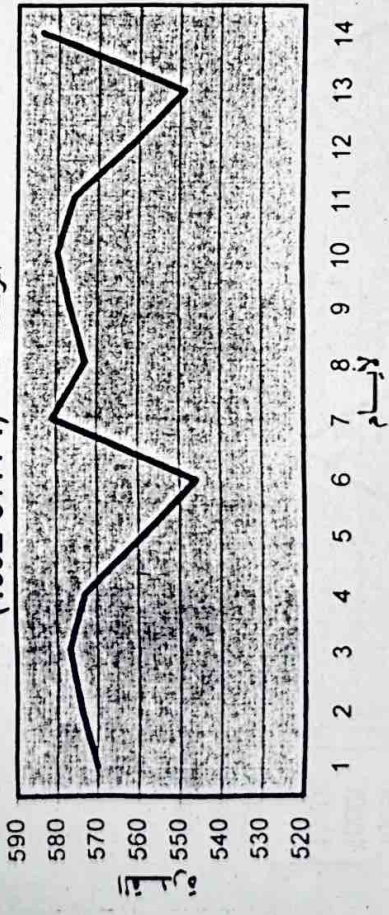
الرسم البياني رقم (16) القيم التنبؤية للقدرة للطاقة الكهربائية في محافظة بغداد للمدة (1-14/3/1992)



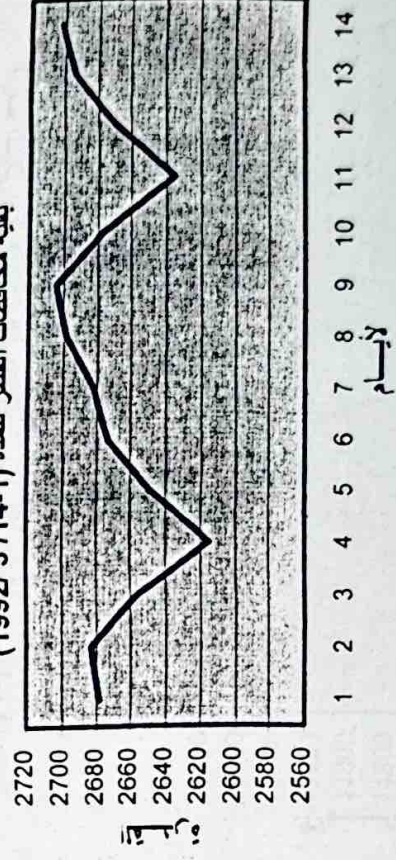
الرسم البياني رقم (17) القيم التنبؤية للقدرة للطاقة الكهربائية في جانب الكرخ للمدة (1-14/3/1992)



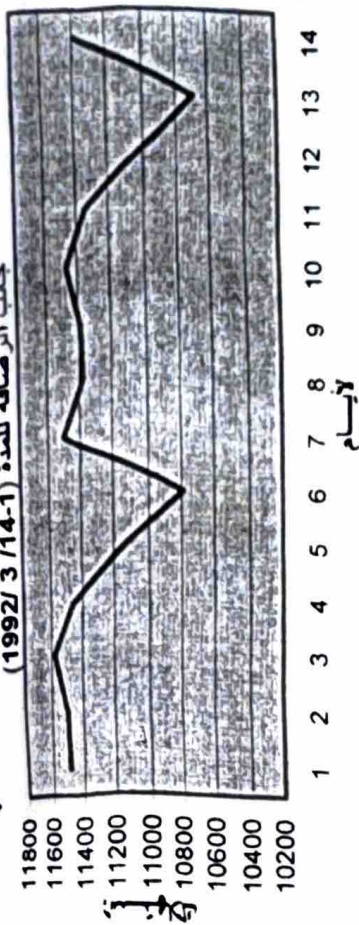
الرسم البياني رقم (18) القيم التنبؤية للقدرة للطاقة الكهربائية في جانب الرصافة للمدة (1-14/3/1992)



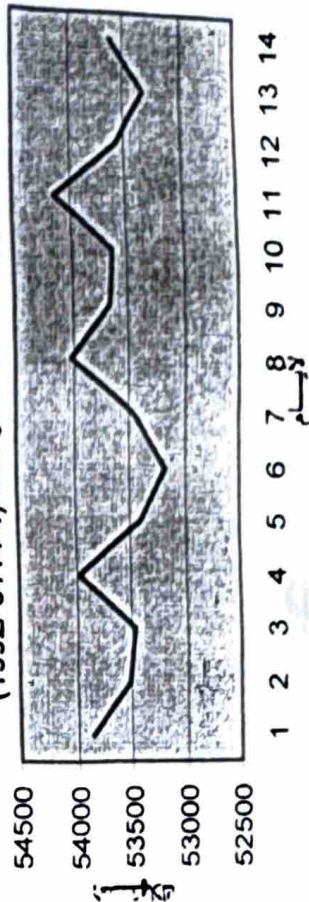
الرسم البياني رقم (19) القيم التنبؤية للقدرة للطاقة الكهربائية في بقية محافظات القطر للمدة (1-14/3/1992)



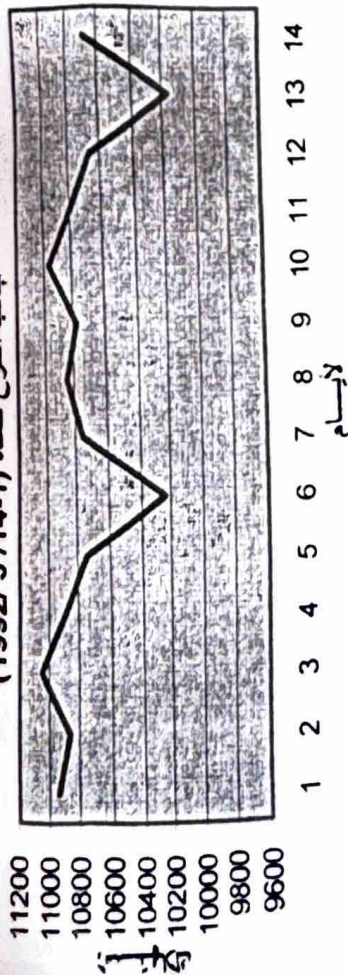
الرسم البياني رقم (21) القيم التنبؤية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في
جانب الرصافة للمدة (1-14/3 /1992)



الرسم البياني رقم (23) القيم التنبؤية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في
بقية محافظات القطر للمدة (1-14/3 /1992)



الرسم البياني رقم (20) القيم التنبؤية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في
جانب الكرخ للمدة (1-14/3 /1992)



الرسم البياني رقم (22) القيم التنبؤية لاستهلاك الطاقة الكهربائية في
محافظة بغداد للمدة (1-14/3 /1992)

