المجلة العراقية للعلوم الإحصائية (22)2012
ص ص [167-187]

استخدام طريقة بوكس-جنكيز والمنطق المضبب في التنبؤ والسيطرة على السلاسل الزمنية

مثينة عبدا مصطفى*

الملخص:

ان الهدف الأساسي من الأساليب الإحصائية معالجة موضوع التنبؤ والسيطرة النوعية ضمن معايير الجودة المطلوبة والاستفادة من الإمكانيات الحاسوبية في إعداد برنامج حاسوبي يتولى انجاز مهام دراستنا ومن هنا جاء هذا البحث المتمثل بإجراء تنبؤ لفحوصات الماء بطريقة بوكس-جنكيز لقدرتها على التعامل مع السلاسل الزمنية غير المستقرة وحتى غير الخطية ومن ثم حساب المعدلات العامة للفحوصات ولمشروعين والسيطرة عليه بطريقة المنطق المضبب.

Use of Box-jenkins Method and Fuzzy Logic in the Prediction and Control of time series

ABSTRACT

The main objective of the statistical methods address the issue of predictability and quality control within the required quality standards and take advantage of the capabilities of computer in the preparation of a computer program to accomplish the tasks of our study, hence this research of a prediction for the testing of water in a Box – Jenkins method for its ability to deal with non-stable time-series and even non-linear and then calculating the rates of the tests, projects and control in Fuzzy logic .

1- المقدمة :

ان الفكرة الأساسية للتنبؤ للسلسلة الزمنية هو إيجاد صيغة رياضية تولد سلسلة زمنية مثلى نستطيع من خلالها اجراء التنبؤ وهناك طريقتان أساسيتان للتنبؤ بالسلاسل الزمنية حسب طريقة بوكس وجنكيز ------------------------------------ (Box&Jenkins)

* مدرس مساعد/ كلية علوم البيئة وتقناتها / جامعة الموصل.

تاريخ التسليم 2011/6/29 ——— تاريخ القبول 2011/9/29

هما الخطة الذاتية (self-projecting) للسلسلة الزمنية التي تستخدم فقط بيانات السلاسل الزمنية الفعالة في مجال التنبؤ لغرض توليد بيانات متنبأ بها.
أما الطريقة الثانية فهي طريقة السبب والتأثير(cause-and-Effect Approach) المستخدمة اعتمادا على بيانات السلاسل المعتقد بأنها سبب في سلوك السلسلة الأصلية.علما أن الطريقة الأولى تعد من أبرز سمات طريقة التنبؤ لبوكس وجنكيز(Box & Jenkins) حيث أن الهدف الأساسي لها هو إيجاد صيغة مناسبة للتنبؤ بحيث تجعل البواقي(Residuals) أقل مايمكن.(2004,الطائي).
المنطق المضبب بالمعنى الواسع هو منظومة منطقية تقوم على تعميم للمنطق التقليدي ثنائي القيم، وذلك للاستدلال في ظروف غير مؤكدة. وبالمعنى الضيق فهو نظريات وتقنيات تستخدم المجموعات الضبابية التي هي مجموعات بلا حدود قاطعة. يمثل هذا المنطق طريقة سهلة لتوصيف الخبرة البشرية وتمثيليها، كما أنه يقدم الحلول العملية للمشاكل الواقعية، وهي حلول بتكلفة فعالة ومعقولة، بالمقارنة مع الحلول الأخرى التي تقدم التقنيات الأخرى.
هناك العديد من الدوافع التي دفعت العلماء إلى تطوير علم المنطق المضبب فمع تطور الحاسوب والبرمجيات نشأت الرغبة في اختراع أو برمجة أنظمة يمكنها التعامل مع المعلومات غير الدقيقة على غرار الإنسان لكن هذا ولد مشكلة إذ أن الحاسوب لا يمكنه التعامل إلا مع معطيات دقيقة ومحددة. وقد نتج عن هذا التوجه ما يعرف بالأنظمة الخبيرة أو الذكاء الإصطناعي ويعتبر علم المنطق المضبب إحدى النظريات التي يمكن من خلالها بناء مثل هذه الأنظمة.(Wikipedia.org)

2- الجانب النظري

2-1 طريقة بوكس وجنكيز Box & Jenkins Method

ان أفضل تنبؤ مستقبلي لقيمة الظاهرة z_t في الزمن t+L والتي تتبع النموذج المختلط انحدار ذاتي متحرك الأوساط من الدرجة الأولى ARMA(1,1) الأتي : (2004,الطائي)

$$(1-\phi_1 B)Z_t = (1-\theta_1 B)\,\varepsilon_t \qquad (2-1)$$

حيث **أن** $[|\phi_1|\langle 1]$ **و** $[|\theta 1|\langle 1]$ والتوقع الشرطي هو**:**

$$\hat{Z}_t(L) = E\left[Z_{t+L}\,|Z_t, Z_{t-1}, Zt_{t-2}, -----\right] \qquad (2-2)$$

عند جعل النموذج (1-3) مستقرا يمكن إعادة كتابته بدلالة الأخطاء العشوائية وبالصيغة الآتية :-

$$Z_t = \Psi(B)\varepsilon_t = \varepsilon_t + \Psi_1\varepsilon_{t-1} + \Psi_2\varepsilon_{t-2} + --- \qquad (2-3)$$

$$\sum_{J=0}^{t}\psi_J\varepsilon_{t-J}\ ,\psi_0=1$$

وعليه فأن خطأ التنبؤ المستقبلي(Forecast Error) يمكن كتابته بالصيغة

$$e_t(L)=Z_{t+L}-Z_t^{\wedge}(L)=\sum_{J=0}^{l-1}\Psi_j\varepsilon_{t+l-j} \qquad (2-4)$$

ولكون $\mathrm{E}[e_t(L)]=0$

فان متوسط مربعات الخطأ للتنبؤ المستقبلي هو:

$$FMSE\left[Z_t^{\wedge}(L)\right]=E\left[Z_t^{\wedge}(L)-Z_{t-1}\right]^2=E\left[e_t^2(L)\right]$$

$$\sigma_\varepsilon^2\sum_{J=0}^{L-1}\Psi_j^2 \qquad (2-5)$$

إذن

$$Z_t^{\wedge}(1)=E\left[Z_{t+1}/Z_t,Z_{t-1},----\right]$$

$$=\left[\phi Z_t+\varepsilon_t-\theta_1\varepsilon_t\right]$$

$$=\phi Z_t-\theta_1\varepsilon_t \qquad (2-6)$$

وكذلك

$$Z_t^{\wedge}(L)=\phi_1^L Z_t-\phi_1^{L-1}\theta_1\varepsilon_t \qquad (2-7)$$

ويمكن حساب الأوزان $[\Psi]$من خلال مساواة المعاملات ل$[B^j]$لكلا الطرفين ينتج [Al-Nasir,2002]

$$(1-\theta_1 B)(1+\Psi_1 B+\Psi_2 B^2+----)=1-\phi_1 B$$

$$1-\ for\ B:\ \Psi_1-\phi_1=-\phi_1\rightarrow\Psi_1=\phi_1-\theta_1$$

$$2-\ for\ B^2:\psi_2-\phi_1\psi_1=0\rightarrow\psi_2=(\phi_1-\theta_1)\phi_1$$

وهذا يستدل به الى :

$$\psi_j=\phi_1^{j-1}(\phi_1-\theta_1) \qquad ,\mathrm{j}\geq 1 \qquad (2-8)$$

لذلك فان متوسط مربعات خطأ التنبؤ يكون

$$[FMSE[Z_t^{\wedge}(L)] = \sigma_\varepsilon^2 \left[1 + \sum_{j=1}^{L-1} \{\theta_1^{j-1}(\phi_1 - \theta_1)\}^2 \right] \qquad (2-9)$$

2-2 منهجية بوكس-جنكيز في التنبؤ Box-Jenkins forecasting methodology

هناك ثلاث خطوات لابد من إتباعها قبل البدء في استخدام نماذج بوكس-جنكيز في التنبؤ وهي كما يأتي:

1- مرحلة التشخيص وتتضمن أ- إعداد البيانات من خلال تمثيل البيانات لتثبيت التباين،واخذ الفروق للحصول على سلسلة مرحلية.

ب- اختيار النموذج الملائم من خلال فحص البيانات واستخدام دالة الارتباط الذاتيACF ودالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF.

2- مرحلة التقدير والاختيار وتتضمن أ- تقدير معلمات النماذج الملائمة واختيار أفضل نموذج باستخدام معيار مناسب.

ب- الفحوص التشخيصية لفحص دالة الارتباط الذاتيACF ودالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF للبواقي وعمل اختبار Portmanteau للبواقي، وهل البواقي تشويش ابيض.

3- مرحلة التكهن وتنطوي هذه المرحلة على استخدام النموذج للتنبؤ.(Makridakis ,et al,1998)

3-2 المنطق المضبب Fuzzy logic

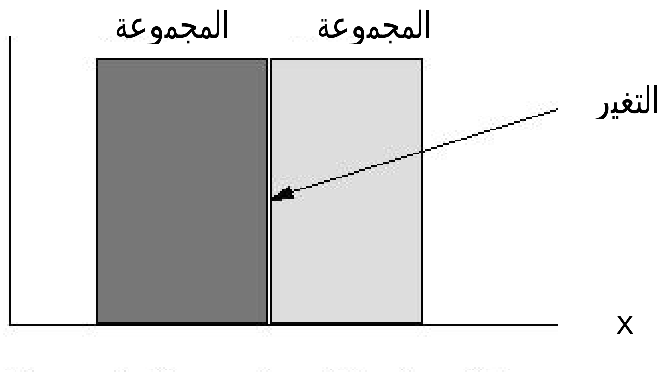
المنطق المضبب هو أحد أشكال المنطق، يستخدم في بعض الأنظمة الخبيرة وتطبيقات الذكاء الاصطناعي، نشأ هذا المنطق عام 1965 على يد العالم الامريكي الإذربيجاني الأصل "لطفي زادة" من جامعة كاليفورنيا الذي طوره ليستخدمه كطريقة أفضل لمعالجة البيانات ، لكن نظريته لم تلق اهتماماً حتى عام 1974 حيث استخدم منطق الغموض في تنظيم محرك بخاري، ثم تطورت تطبيقاته حتى وصلت إلى تصنيع شريحة منطق ضبابي fuzzy logic chip التي استعملت في العديد من المنتجات كآلات التصوير.(Wikipedia.org)

4-2 مبدأ المنطق المضبب

القاعدة الأساسية: أن الصح و الخطأ لا يكفيان من اجل تمثيل الأشكال المنطقية كافة ولاسيما المشاكل التي تواجهنا حاليا. فالمنطق الكلاسيكي يعتمد على 0 أو 1 فقط و هذا ما يعتمد عليه الكثير من العلاقات في حين توجد علاقات أخرى يكون فيها الموضع الذي فيها يمكن اعتباره صحيحاً جزئياً أو خطأً جزئيا في الوقت نفسه. وبشكل عام نقول أن fs (x) =1 : عندما x Є S ، fs (x) = 0 عندماx لا تنتمي إلى S .

$$f_s(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x \in S \\ 0, & \text{if } x \notin S \end{cases}$$

وهذا ما هو موضح بالشكل إذ أن تغير صغير في قيمة X تجعلها تتغير من المجموعة 1 إلى المجموعة 2

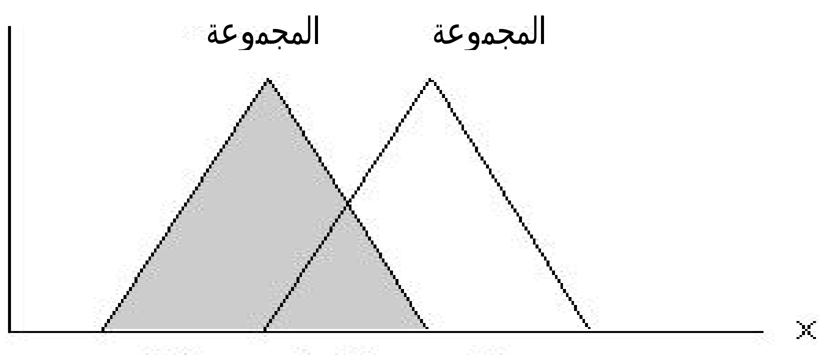


الشكل (1) يوضح مبدأ المنطق المضبب

بينما يصف لنا المنطق المضبب علاقة التابع بشكل أشمل و أعم من ذلك حيث أن الحالة ممكن أن تكون حالة وسط بين الحالتين المألوفتين كما في العلاقة الآتية :

$$\mu_s(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x \text{ is totally} \in S \\ 0, & \text{if } x \text{ is not} \notin S \\ 0 < \mu_s(x) < 1, & \text{if } x \text{ is partially} \in S \end{cases}$$

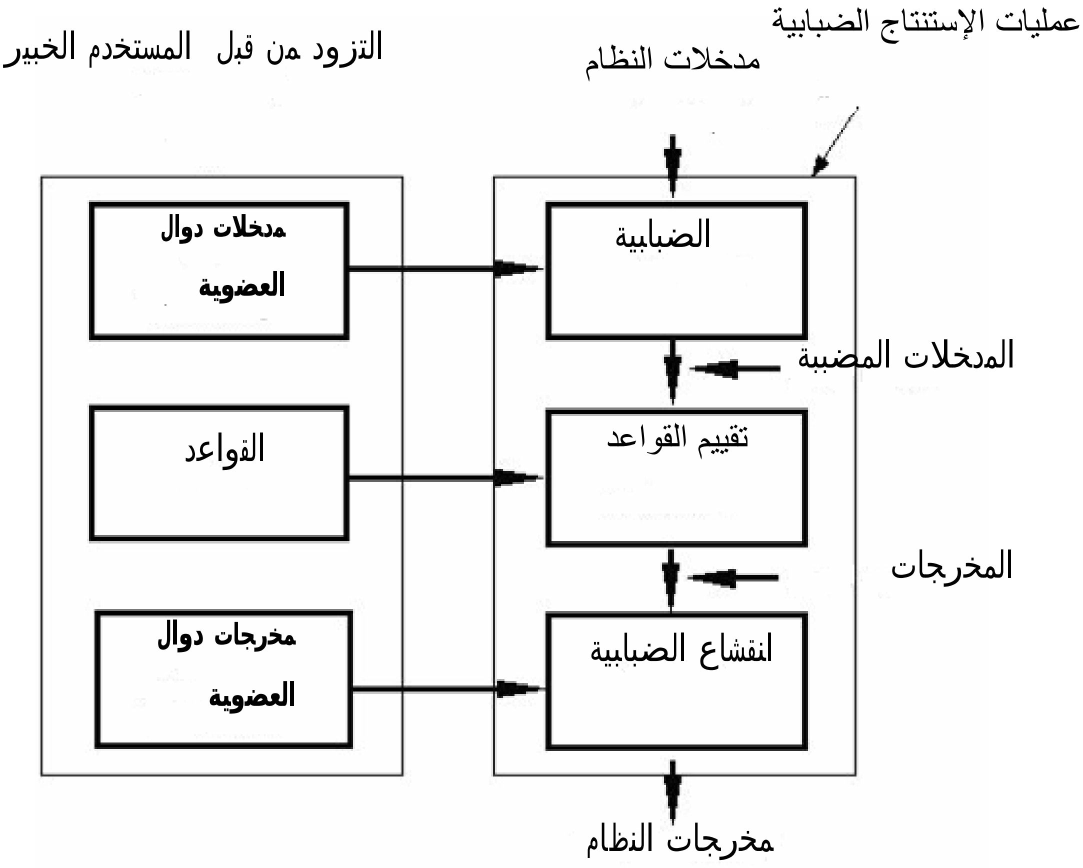
ففي المنطق المضبب يكون الانتقال بين الوضعين بشكل تدريجي لذلك يمكن في هـذه المرحلـة أن نعتبـر الوضع يأخذ كلا الحالتين معا إذ أن تغيراً صغيراً في قيمة الدخل يسبب زيادة في التغير و ليس تغيرا تاماً



الشكل (2) يوضح المجموعات المضببة

المعالجة

إن نظام معالجة المنطق المضبب يدمج داخل ما يسمى وحدة استنتاج ضبابية (fuzzy inferencing unit) تضم هذه الوحدة ثلاث وحدات أساسية للمعالجة هي: الوحدة الأولى : تـضم نظـام الإدخـال و الإخـراج. والوحدة الثانية : التزويد من قبل المـستخدمين . والوحـدة الثالثـة: تقـوم بمعالجـة القاعـدة المعطـاة.(Wikipedia.org)



الشكل (3) يوضح وحدة الاستنتاج الضبابية

5-2 النمذجة المضببة Fuzzy Modeling

إن النمذجة المضببة هي إحدى التقنيات التي تم استخدامها حديثاً في نمذجة الأنظمة غيـر الخطيـة والأنظمة المعقدة التي لايمكن تطبيقها لعدم توافر معرفة كافية عن النظام، إن النماذج المضببة تصف النظـام عن طريق تكوين علاقات بين المتغيرات الموجودة في النظام(المدخلات والمخرجات) على شكل قواعد IF-THEN، كما أن أحد المفاهيم الأساسية في النمذجة المضببة هي أن النماذج المضببة تكون واضحة التفسير والتحليل، مع ذلك فان الوضوح في النموذج المضبب لا يحدث بصورة آلية، إذ إن النظـام الـذي يوصـف

بمجموعة واضحة من المجموعات المضببة وقواعد قليلة وصريحة تؤدي الغرض المطلوب منها ، فان هناك في الوقت نفسه أنظمة توصف بإعداد كبيرة من المجموعات المضببة فضلاً عن الكثير مـن القواعـد التـي لايمكن تفسيرها في أغلب الأحيان.

ويمكن تعريف النموذج المضبب أيضاً بأنه عبارة عن نموذج رياضي يتم بناؤه اعتمـاداً علـى مفـاهيم مأخوذة من نظرية المجموعات المضببة Fuzzy Set Theory ، إذ يتم وصف النظام فيه عـن طريـق المدخلات Inputs والمخرجات Outputs فضلاً عن وجود قواعـد معينـة Rules بـين المـدخلات والمخرجات، ويمكن وصف النموذج المضبب بمجموعة من الصفات والخصائص منها انه يمتـاز بأنـه ذو صيغة مرنة وشكل رياضي واضح كما أن التداخل الذي يحصل في المناطق يمكن من انتقال سـلس ضـمن القواعد، ومن الممكن عد النمذجة المضببة عبارة عن عملية أمثلية (Optimization)، إذ إن جميع أجزاء النظام المضبب المستخدم تمثل مجال البحث (Search Space). (Ruan,1997)

إن النماذج المضببة يمكن وصفها بأنها عبارة عن نماذج منطقية تستخدم قواعد IF-THEN لتكوين علاقـات مترابطة بين المتغيرات المستخدمة في النظام وهي من ثم تعد هياكل رياضية مرنة، كما إن النمذجـة التـي تعتمد على المجموعات المضببة يمكنها حمل الخصائص اللاخطية الموجودة في النظام، حيث يتم ذلـك مـن خلال تحلل المجال الذي يهمنا في المسألة إلى مناطق مضببة وذلك يتم إما عـن طريـق اسـتخدام نمـوذج رياضي مبسط في كل منطقة أو عن طريق إنشاء ربط مباشر بين المناطق الخاصة فـي مجـال مـدخلات النموذج بالمناطق المقابلة في مجال المخرجات، وبهذه الطريقة نلاحظ أن المستخدم يمكنه أن يكسب بعـض الفهم للسلوك الذي يسلكه النموذج ومن ثم النظام الأصلي ومن الصفات الأخرى المهمة للنموذج المضبب هو قابليته لتمثيل التطبيقات غير الخطية.(Castellano,2000)

إن النمذجة المضببة المبنية على القواعد يمكن تعريفها على أنها تقنية فائقة القوة في نمذجة الأنظمة المعرفة جزئياً، إن النماذج المضببة يمكنها الحصول على معلومات من عدة مصادر منهـا القـوانين الفيزيائيـة، أو النماذج التجريبية السابقة، أو مقاييس متنوعة، أو عن طريق الحدس، وإن من المجالات التي يمكـن تطبيـق النمذجـة المـضببة عليهـا مجـال التنبـؤ، واتخـاذ القـرارات، وتحليـل الـنظم، وتـصميم نظـام سيطرة......الخ،(Babuska,1998)

وتعد النمذجة المضببة Fuzzy Modeling تقريبات شاملة ، يمكن إن تظهر خبرتها فـي قابليتهـا للمعاينة ، فضلا عن استخدامها أسلوب القواعد المضببة Fuzzy Rules في وصف علاقات الدوال بواسـطة تلك القواعد المضببة (هندوش ,2003).

6-2 مراحل بناء النموذج المضبب
Stages of Construction Fuzzy Model

النموذج المضبب عبارة عن نظام خبير Expert System يوضح العلاقة بـين المـدخلات Input والمخرجات Output من خلال مجموعة من القواعد Rules ، ولبناء النموذج المـضبب Fuzzy Model عادة ثلاث خطوات رئيسية يمكن توضيحها كالآتي (Almonds,1997).

1- التضبيب Fuzzification

تعد هذه الخطوة أول خطوة في بناء النموذج المضيب Fuzzy Model إذ تقوم بتحويل المـدخلات الحادة Crisp Inputs إلى مدخلات مضببة Fuzzy Inputs عن طريق دوال العـضوية Membership Functions للمدخلات الحادة التي تأخذ أشكالا مختلفـة منهـا المثلثيـة Triangles ، وشـبه المنحـرف Trapezoidal ، والكاوزية Gaussain ... الخ ، وتكون قيم عضويتها محصورة بين الصفر والواحـد ، وتعد هذه الخطوة مكافئة لمعاينة النموذج Modeling Sampling إحصائيا .

2- تقييم القاعدة Rule Evaluation

يتم في هذه الخطوة تحويل المدخلات الحادة Crisp Inputs إلى مخرجات مضببة Fuzzy Output مستعينين بالقواعد Rule-Base .

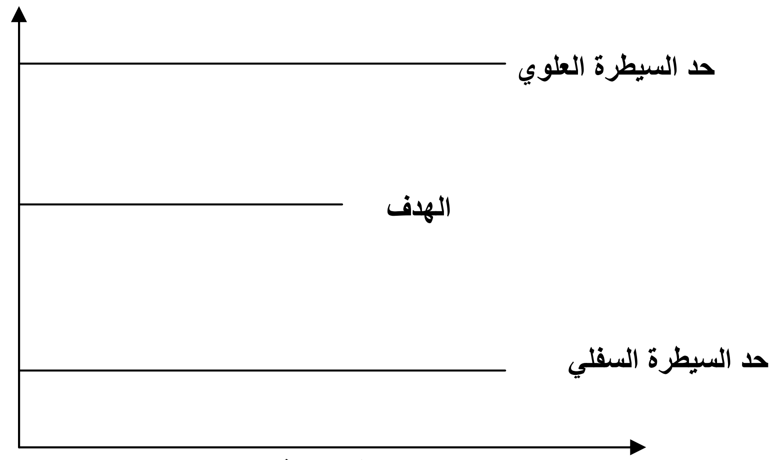
3- انقشاع الضبابية Defuzzification

تعد هذه الخطوة آخر خطوة في بناء النموذج المضبب Fuzzy Model التـي يـتم فيهـا تحويـل المخرجات المضببة Fuzzy Output إلى مخرجات حادة Crisp Output والتي تأخذ قيما عددية حقيقية .

7.2 لوحات السيطرة النوعية Quality Control Charts

تعرف لوحة السيطرة بأنها اداة احصائية للتمييز بين الاختلافات الطبيعية وغير الطبيعية ، والغرض منها هو تحديد استمرارية اداء العملية في مستوى مقبول من حيث النوعية ، أي انها تستخدم لتحليل البيانات لغرض الاشارة إلى ان الاختلافات الملاحظة في النوعية هي اكبر من ان تكون مصادفة .

والشكل (4) يوضح الشكل العام للوحة السيطرة . [Besterfield, 2002].



الشكل (4) يوضح الشكل العام للوحة السيطرة

8.2 طبيعة حدود السيطرة **Natural of the Control Limits**

ان الفكرة الاساسية لحدود السيطرة مشابهة إلى تكوين اختبار الفرضيات حيث تبنى حدود السيطرة للسيطرة على احتمالية الخطأ باستنتاج ان العملية خارج السيطرة بينما هي في الحقيقة ليست كذلك ، وهذا يتطابق مع احتمالية الوقوع في الخطأ من النوع الاول Type I Error عند اختبار فرضية العدم القائلة بان العملية تحت السيطرة ، من جهة ثانية فاننا يجب ان ننتبه إلى الخطأ من النوع الثاني ، الذي يمثل عدم توافر العملية خارج السيطرة بينما تكون في الحقيقة كذلك.

لذا فان اختيار حدود السيطرة مشابه لاختيار المنطقة الحرجة ، وكما في اختبار الفرضيات فان حجم العينة لكل نقطة مهم ، وتعتمد دراسة حجم العينة في نطاق واسع على حساسية الفحص وقوته في حالة كون العملية خارج السيطرة .

وبعبارة اخرى فان المدى المعطى من قبل حدود السيطرة يجب ان يعتمد في بعض النواحي على تباين العملية ، وكنتيجة لذلك فان حسابات حدود السيطرة ستعتمد على البيانات المأخوذة من نتائج العملية ، لذا فان أية سيطرة نوعية يجب ان تمتلك ومنذ البداية حسابات لعينة أو مجموعة من العينات التي ستبني كلا من الخط المركزي وحدود السيطرة النوعية .[Besterfield, 2002]

9.2 الغرض من لوحة السيطرة **The purpose of the Control Chart**

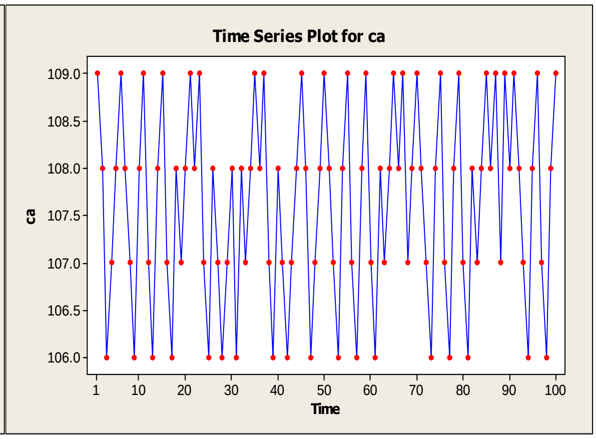
من الواضح ان الغرض الاول من لوحة السيطرة هو مجرد مراقبة العملية الانتاجية وتحديد فيما إذا كانت العملية تحتاج إلى تغييرات ، فضلا عن ذلك توفير مجموعة من البيانات التي غالبا ما تعطي للادارة

تصورا واضحا عن سعة العملية واتجاهها والذي يسمى (الثابت التنظيمي) Systematic Constant فلو كانت هناك صفة مهمة واحدة للسلعة ، وباستمرار المعاينة لتقدير الوسط والانحراف المعياري للصفة فان هذا يوفر تصوراً متجدداً للعملية عن طريق مصطلحات المعدل والانحراف المعياري ، وهو مهم حتى لو كانت العملية تسير تحت السيطرة لفترة طويلة ، أي ان الثابت التنظيمي Systematic Constant للوحة السيطرة يستطيع منع ردة الفعل العالية نتيجة للتغيرات أو التقلبات العشوائية التي تؤدي الى خلق مشاكل جدية يصعب السيطرة عليها [Besterfield, 2002].

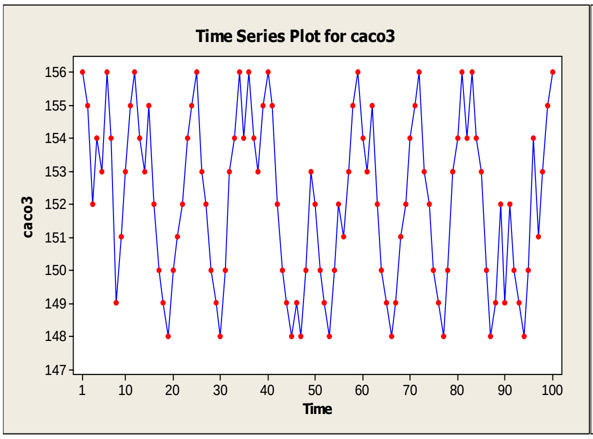
4- الجانب التطبيقي :

تم جمع البيانات من محطات تصفية المياه لمشروع شرق دجلة ومشروع الوثبة لمدينة بغداد والتي مثلت فحص كاربونات الكالسيوم والكالسيوم والكلور والمغنيسيوم مقاسة بوحدة (ملغم/لتر) وللفترة من 2009/1/1 ولغاية 2009/4/10.

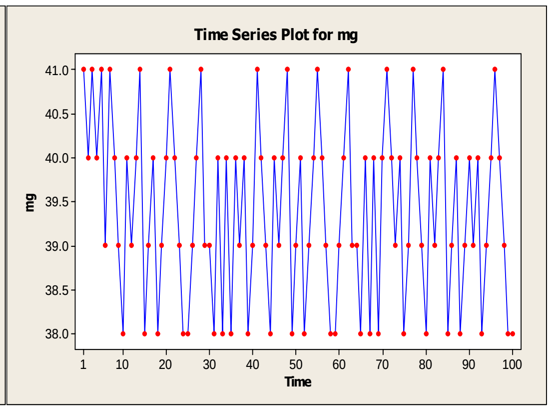
إن من أولى الخطوات التي تتبع في تحليل أية سلسلة زمنية هو رسمها بما يعرف بالرسم الزمني لمعرفة الاتجاه العام للسلسلة واستقراريتها وتبين الأشكال التالية السلسلة الزمنية للفحوصات الأربعة ولمشروع شرق دجلة.



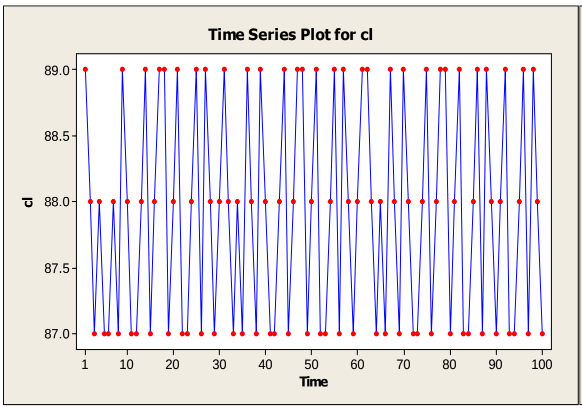
الشكل (5) يبين الرسم الزمني لسلسلة الكالسيوم



الشكل (6) يبين الرسم الزمني لسلسلة كاربونات الكالسيوم

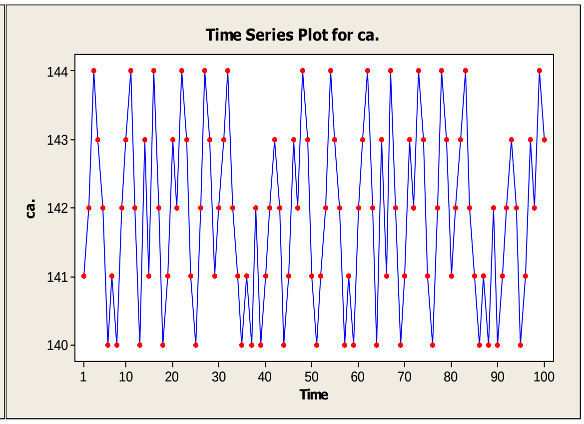


الشكل (7) يبين الرسم الزمني لسلسلة المغنيسيوم

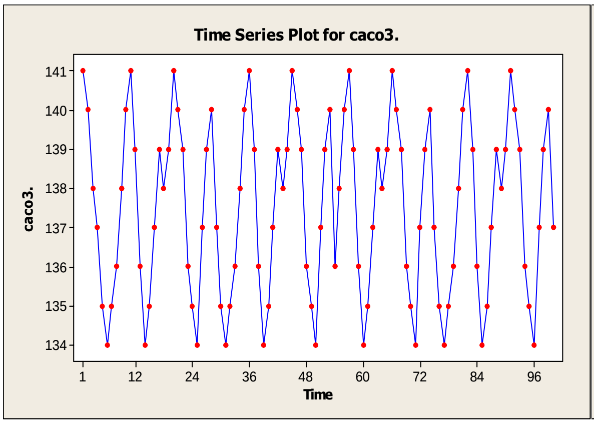


الشكل (8) يبين الرسم الزمني لسلسلة الكلور

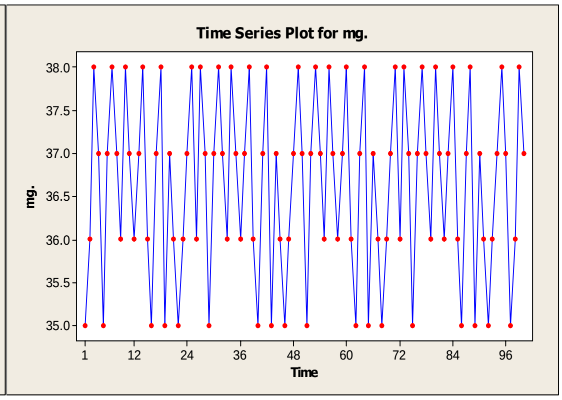
أما الأشكال الآتية فتبين السلاسل الزمنية للفحوصات الأربعة لمشروع الوثبة .



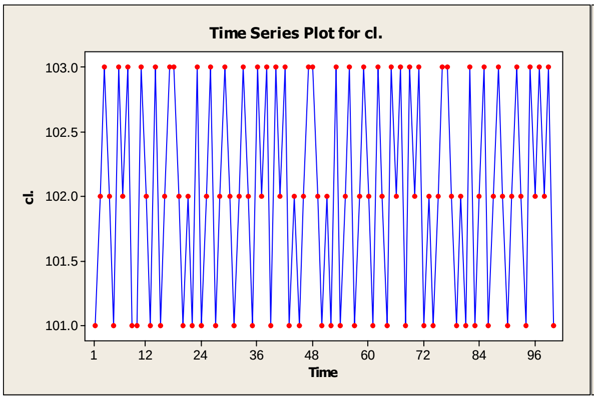
الشكل (9) يبين الرسم الزمني لسلسلة الكالسيوم



الشكل (10) يبين الرسم الزمني لسلسلة كاربونات الكالسيوم



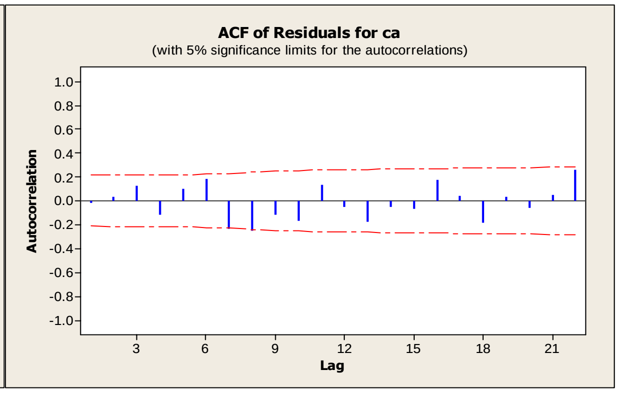
الشكل (11) يبين الرسم الزمني لسلسلة المغنيسيوم

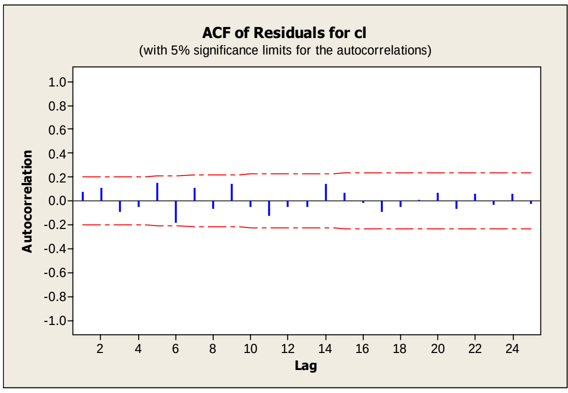


الشكل (12) يبين الرسم الزمني لسلسلة الكلور

ونلاحظ من رسم السلاسل الزمنية اعلاه أن بعضا منها غير ثابتة في التباين وهناك اختلاف في الوسط الحسابي لبعضا منها ولزيادة الدقة في معرفة استقرارية البيانات تم استخدام مربع كاي وكانت قيمته المحسوبة (x^2=1429.23), (x^2=1132.34), (x^2=1249.33)، (x^2=1228.23) للفحوصات الأربعة على التوالي وعند مقارنتها بقيمة كاي الجدولية نجد أنها معنوية مما يشير إلى عدم استقرارية السلسلة الزمنية لذاك اضطررنا الى أخذ الفرق المتتالي الأول (d=1) لنحقق الاستقرارية في الوسط الحسابي ولغرض جعل السلسلة مستقرة في التباين تم اخذ التحويل ألاوغاريتمي لكاربونات الكالسيوم.

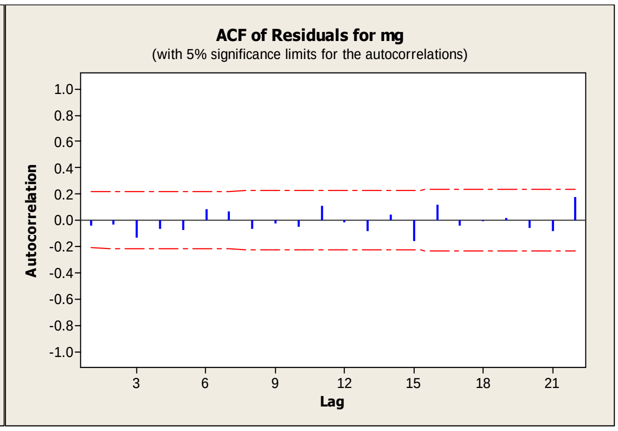
تمت معالجة عدم الإستقرارية باستخدام نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية ARIMA(p,d,q) من خلال تثبيت الوسط الحسابي والتباين ثم إيجاد النموذج الملائم للبيانات من خلال ملاحظة دالتي الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي تم التوصل إلى النموذج الملائم للكالسيوم ARIMA(1,1,3)، للكلور ARIMA(2,1,3) ، للمغنيسيوم ARIMA(3,1,2) ، لكاربونات الكالسيوم ARIMA(3,1,1) والاشكال الآتية توضح دالة الارتباط الذاتي والأرتباط الذاتي الجزئي لبواقي النماذج الموفقة .

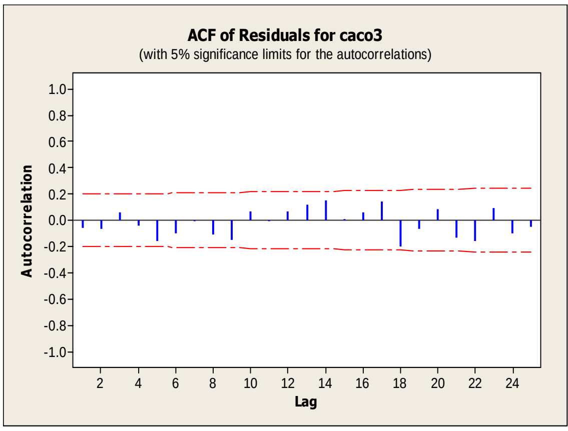




الشكل (13) يبين دالة الارتباط الذاتي للكلور

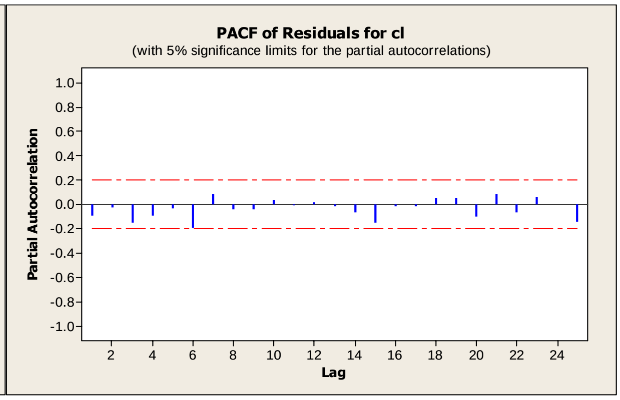
الشكل (14) يبين دالة الارتباط الذاتي للكالسيوم

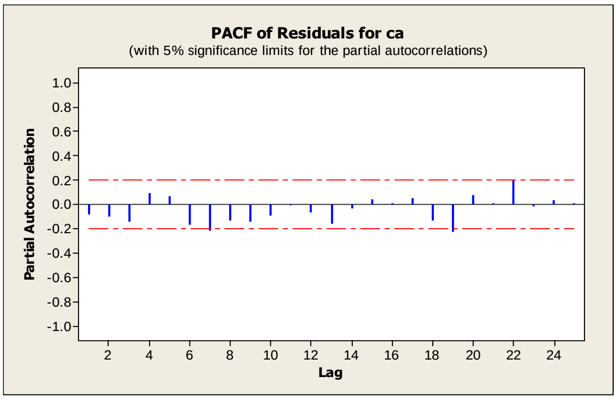




الشكل (15) يبين دالة الارتباط الذاتي لكاربونات الكالسيوم

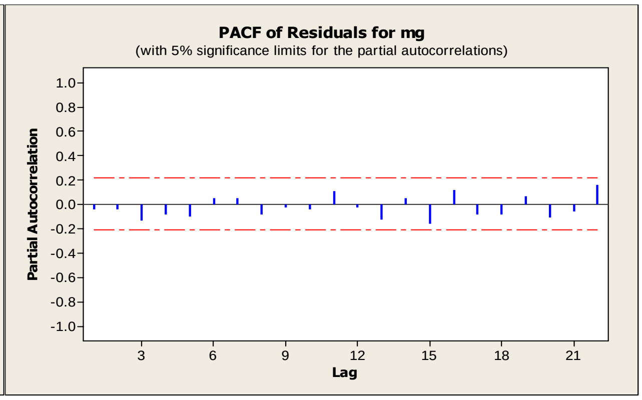
الشكل (16) يبين دالة الارتباط الذاتي للمغنيسيوم

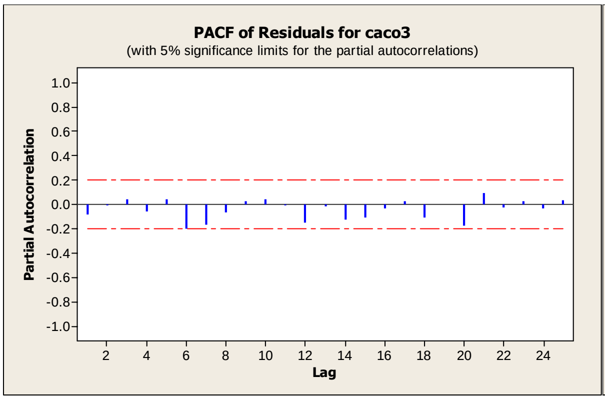




الشكل (17) يبين دالة الارتباط الذاتي الجزئي للبواقي للكلور

الشكل (18) يبين دالة الارتباط الذاتي الجزئي للبواقي للكالسيوم



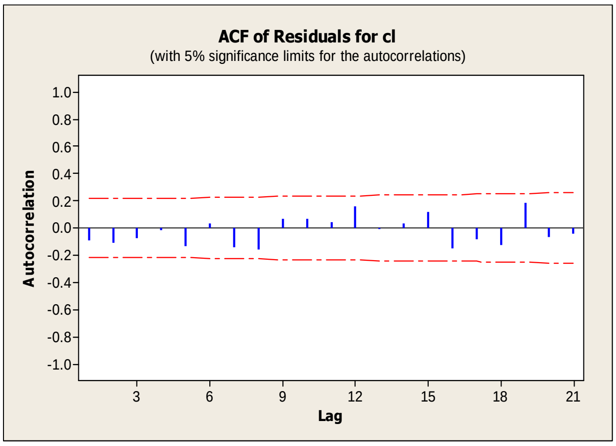


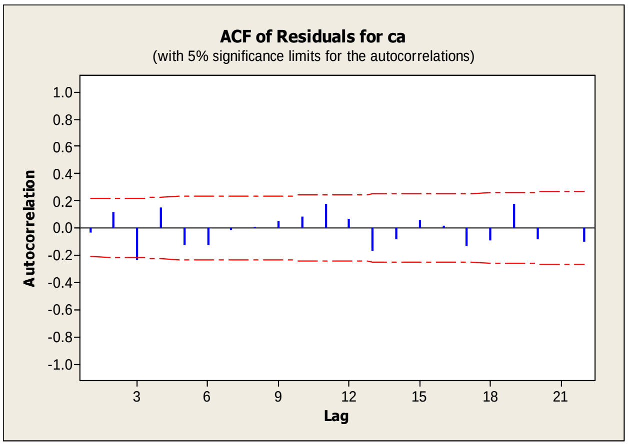
الشكل (19) يبين دالة الارتباط الذاتي الجزئي للبواقي لكاربونات الكالسيوم

الشكل (20) يبين دالة الارتباط الذاتي الجزئي لبواقي المغنيسيوم

أما الأشكال الآتية فتبين دالة الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي للبواقي للفحوصات الأربعة لمشروع الوثبة

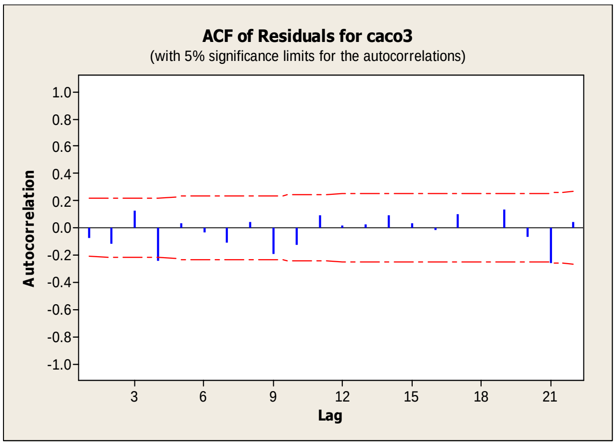
الكالـــسيوم ARIMA(3,1,2)، وللكلـــور ARIMA(3,1,3)(1,1,1) ، وللمغنيـــسيوم النمـــوذج المنضرب ARIMA(0,1,3)(1,1,1) ، ولكاربونات الكالسيوم ARIMA(2,1,3) وكما هو واضح من خـلال دالة الارتباط الذاتي الجزئي لبواقي النماذج الموافقة.



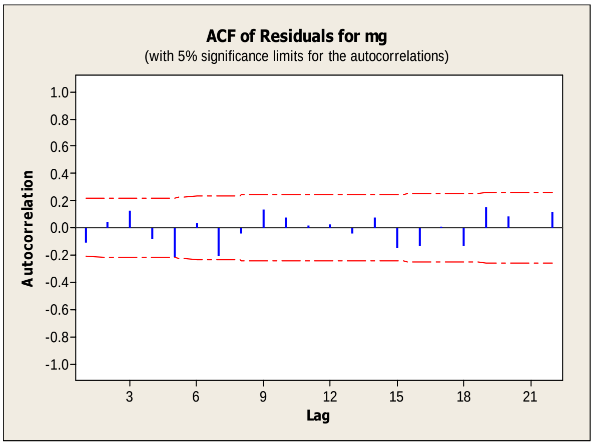


الشكل(21) يبين دالة الارتباط الذاتي للكلور

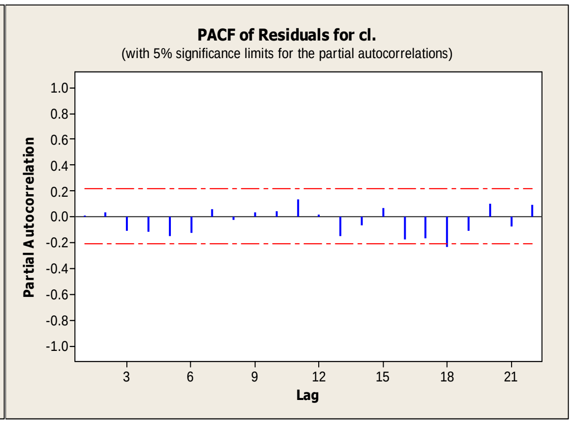
الشكل (22) يبين دالة الارتباط الذاتي للكالسيوم



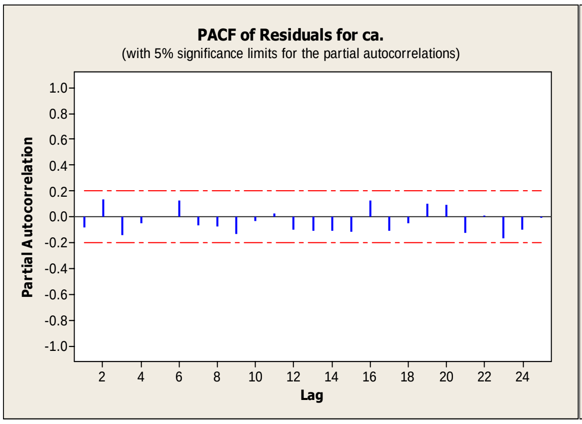
الشكل (23) يبين دالة الارتباط الذاتي لكاربونات الكالسيوم



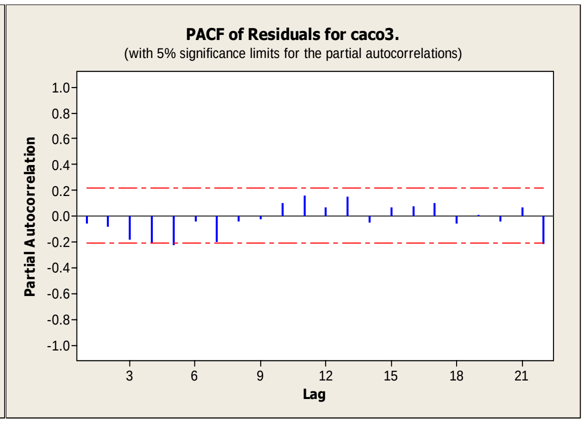
الشكل (24) يبين دالة الارتباط الذاتي للمغنيسيوم



الشكل (25) يبين دالة الارتباط الذاتي الجزئي للبواقي للكلور

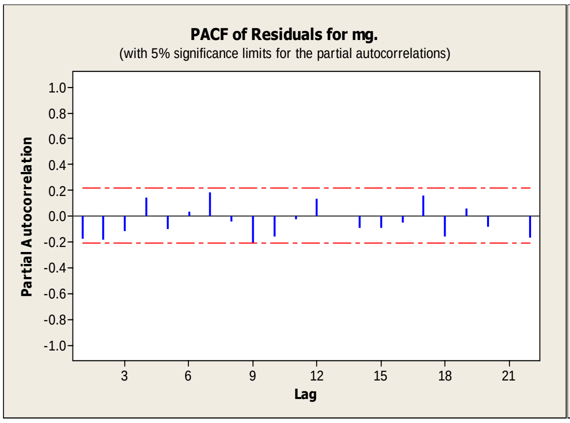


الشكل(26) يبين دالة الارتباط الذاتي الجزئي للبواقي للكالسيوم



الشكل (27) يبين دالة الارتباط الذاتي للبواقي

لكاربونات الكالسيوم



الشكل (28) يبين دالة الارتباط الذاتي الجزئي للبواقي

للمغنيسيوم

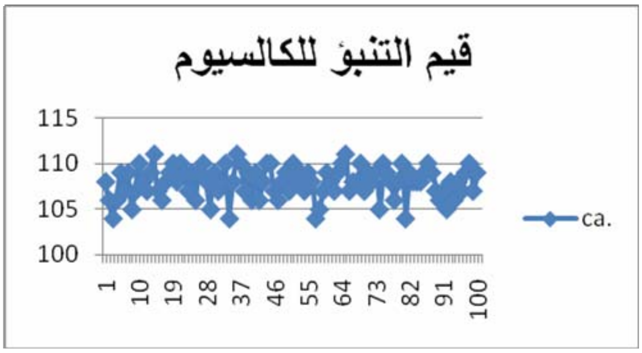
1-4 التنبؤ باستخدام طريقة بوكس وجنكيز :

تم استخدام البرنامج الجاهز(Minitab) وتحديد معالم النموذج النهائية التي كانت على وفق النماذج الآتية:

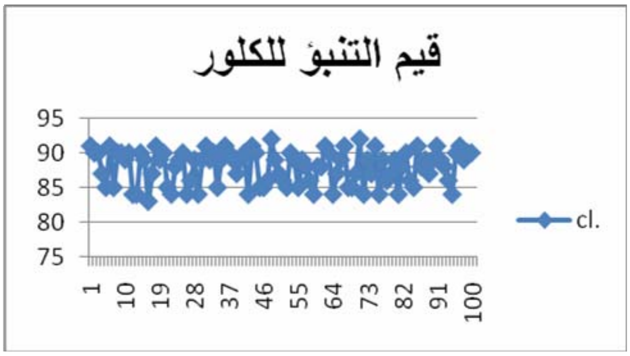
الجدول(1) يبين قيم معالم النماذج النهائية للمشروعين

θ	ϕ	النموذج	الفحص للوثبة	θ	ϕ	النموذج	الفحص لشرق دجلة
0.29709 -0.31059	0.61285 -0.40262	ARIMA (2,1,2)	الكالسيوم	0.750745 0.537670 -0.30858		ARIMA (1,1,3)	الكالسيوم
0.609738 0.289913	- 0.80254 - 0.50850 -0.33658	ARIMA (3,1,2)(1,1,1)	الكلور	0.781561 -0.18098 0.375910	- 0.36568 -0.76216	ARIMA (2,1,3)	الكلور
0.928186 0.706708 -0.67270		ARIMA (0,1,3)(1,1,1)	المغنيسيوم	0.851760 0.142346		ARIMA (0,1,2)	المغنيسيوم
-0.51468 -0.7107 0.16754	0.92230	ARIMA (1,1,3)	كاربونات الكالسيوم	0.398788 -0.13449 0.52431	0.241850 - 0.35492 0.72121	ARIMA (3,1,3)	كاربونات الكالسيوم

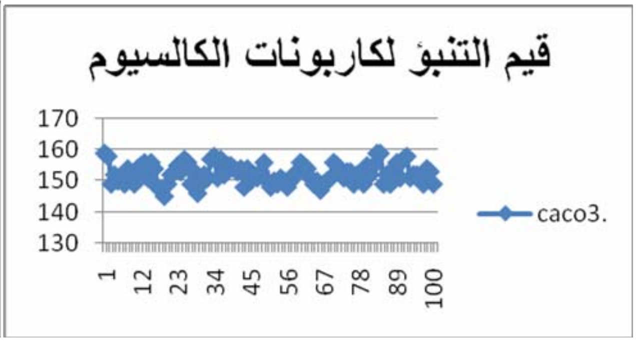
تم البدء بعملية التنبؤ بالاعتماد على القيم الأولية ل(ϕ, θ) مع قيم (Residuals) وقيمة (MSE=0.01) وفق حلقات تكرارية معينة ليتم من خلالها الحصول على معلمات التنبؤ الجديدة التي تعطي أقل متوسط مربعات خطأ وبشكل مستمر الى أن يتم الوصول الى نقطة ينعدم فيها التخفيض لمتوسط مربعات الخطأ (MSE) يتوقف التنبؤ وتنتهي عملية تعديل المعلمات ثم يتم الحصول على قيم التنبؤ للفحوصات الأربعة لمشروع شرق دجلة التي كانت كالآتي:



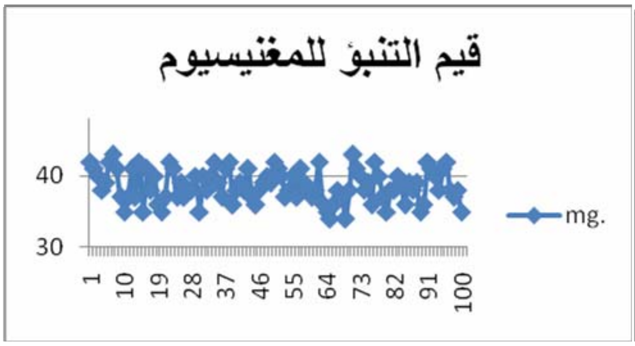
الشكل (29) يبين قيم التنبؤ للكالسيوم



الشكل (30) يبين قيم التنبؤ للكلور

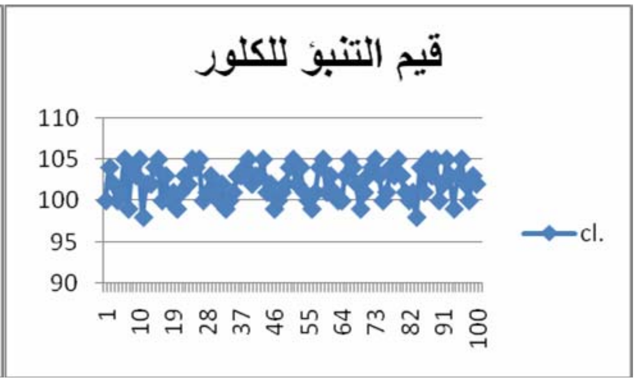


الشكل (31) يبين قيم التنبؤ لكاربونات الكالسيوم

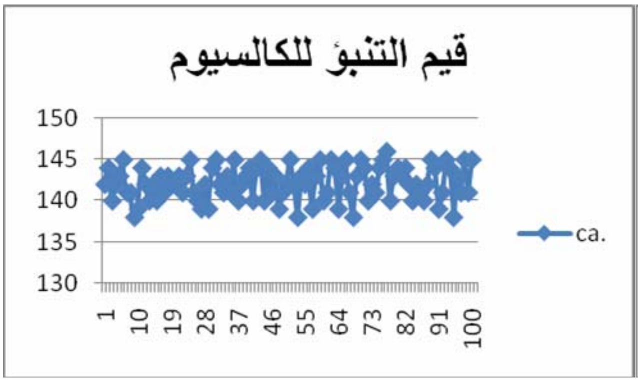


الشكل (32) يبين قيم التنبؤ للمغنيسيوم

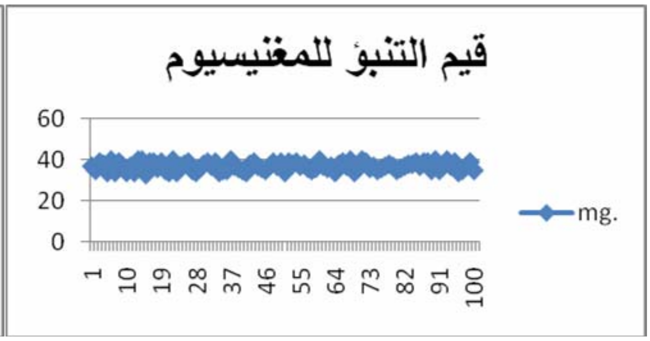
قيم التنبؤ للفحوصات الأربعة لمشروع الوثبة:

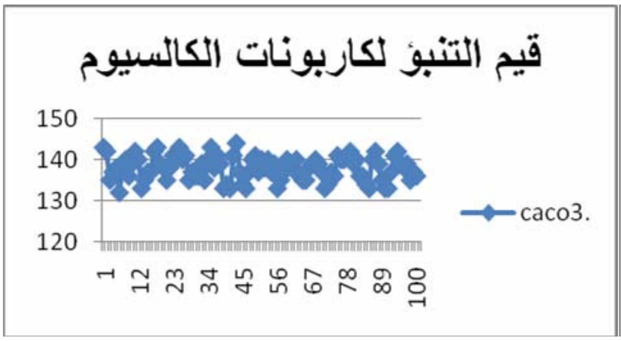


الشكل (33) يبين قيم التنبؤ للكالسيوم



الشكل (34) يبين قيم التنبؤ للكلور





الشكل (35) يبين قيم التنبؤ لكاربونات الكالسيوم الشكل (36) يبين قيم التنبؤ للمغنيسيوم

2-4 استخدام المنطق المضبب في السيطرة النوعية:

تم استخدام البرنامج الجاهز MATLAB ومن خلال واجهة Fuzzy تم تصميم النموذج المعد للسيطرة على معدل فحوصات الماء وتطبيق مراحله الثلاثة : مرحلة التضبيب ،ومرحلة تقييم القواعد ،ومرحلة إزالـة الضبابية عن البيانات المسحوبة من كل مشروع والتي هي عبارة عن متوسطات (50) عينة ، وكل عينـة مكونة من (8) مشاهدات. وكما في الخطوات الآتية :

نـدخل بيانـات العينـة الأولـى ونقـوم باسـتخراج الدالـة العـضوية Membership Function لكل مشاهدة x من مشاهدات العينة واستخراج الدالـة العـضوية مـن نـوع Gaussian حيث ان :

$$f = e^{-\frac{(x-a)^2}{2b^2}}$$

إذ ان : a : تمثل متوسط العينة . b^2 : تباين العينة .

ثم تكون المصفوفة X ذات الإبعاد (4 x 50)حيث أن (50) مثلت حجم العينة و(4) مثلت عدد الفحوصات، وعناصر المصفوفة X هي الدوال العضوية لكل مشاهدة في العينة ، وبعد ذلك استخرجت المصفوفة M من المصفوفة X (بنفس الإبعاد) من خلال طرح المصفوفة X من المصفوفة الأحادية (I) لاستخراج درجة عضوية الفشل في تجاوز كل فحص من الفحوص الأربعة ولكل مشروع ، ثم يتم إيجاد المصفوفة N ذات الإبعاد (50 x4) (نفس إبعاد المصفوفة M) بحيث ان:

1. عناصر العمود الأول يتم إيجادها عن طريق عمل Fuzzy OR بين المتغيـرات (m) (الـصف فـي المصفوفة M_{nxm})، حتى يتم إيجاد الناتج الذي يمثل اكبر قيمة في الصف وهي تمثل درجـة عـضوية الفشل بالنسبة للفحص الأول .

بحيث ان :

g_1: If ((x_1) or (x_2) or (x_3) of (x_4) or ... or (x_n) then H_1

إذ ان : $x_1, x_2, x_3, x_4, \ldots, x_n$ تمثل عناصر الصف في المصفوفة M_{nxm} .

2. عناصر العمود الثاني يتم ايجادها عن طريق عمل Fuzzy OR لمعادلات كل متغيرين من خلال ضرب جميع التباديل لكل اثنين من المتغيرات (m) وكالآتي:

g_2: If ((x_1*x_2) or (x_2*x_3) or (x_1*x_4) or (x_1*x_n) or (x_2*x_3) or ... (x_2*x_n) ... or (x_{n-1}*x_n) then H_2

اذ ان : H_2 تمثل درجة عضوية فشل فحصين بالنسبة للوحدة (المنتج) .

3. عناصر الأعمدة من الثالث إلى (m-1) يتم ايجادها عن طريق عمل Fuzzy OR لمعادلات كل (ثلاثة ، أربعة ، ... ، (m-2)) حسب العمود من خلال ايجاد جميع التباديل لكل ثلاثة متغيرات ثم يتم عمـل Fuzzy OR بين النتائج وكما يأتي :

g_3: If $((x_1*x_2*x_3)$ or $(x_1*x_2*x_4)$ or $(x_1*x_3*x_4)$ or $(x_2*x_3*x_4)$ then H_3

اذ ان : H_3 تمثل درجة عضوية فشل ثلاثة فحوص بالنسبة للوحدة (المنتج) .

وهكذا لبقية الأعمدة حتى العمود الأخير.

4. عناصر العمود الأخير (m) تمثل مضروب عناصر الصف في المصفوفة M_{nxm} أي ان :

$$H_m = \prod_{i=1}^{m} x_i$$

اذ ان : Z_m تمثل درجة عضوية الفشل لـ m من الفحوص بالنسبة للمنتج .

يلاحظ ان العمليات أعلاه تمثل القواعد بالنسبة لعملية الفحص .

لغرض البدء في عملية إزالـة التـضبيب Defuzzication نقـوم بوضـع عـدد مـن الاوزان (Weights) للفشل في كل فحص داخل دالة العضوية لفشل الوحدة (المنتج) في تجاوز الفحوص (m) معا ، حيث يتم ايجاد المتجه MF ذي الابعاد (n x 1) وذلك بإيجاد مجموع كل صـف مـن صـفوف المـصفوفة (N_{nxm}) ، حيث ان :

$$MFi = W_1H_1 + W_2H_2 + ... + W_mH_m ; i = 1, ..., n$$

اذ ان :

$W_k; k = 1, ..., m$ تمثل أوزان الفشل في كل فحص

$H_k; k = 1, ..., m$ تمثل درجة عضوية فشل كل وحدة لكل فحص

أي ان عملية إزالة التضبيب Defuzzication تعتمد على دالة المعدل المـوزون لنتـائج القواعـد Rules ثم يتم إيجاد قيمة F بالصيغة الآتية :

$$F = \sum_{i=1}^{n} MFi$$

حيث تمثل مجموع دوال العضوية لكل مشروع في العينة ، وهو يمثل درجة عـضوية الفـشل فـي تجاوز الفحوص بالنسبة للعينة كاملة أي ان القيمة F تمثل ثقل العينة كاملة وهي القيمة التي سيتم رسمها على لوحة $\bar{X}$ المضببة للسيطرة النوعية .

أخيرا يتم إيجاد القيمة التي سوف ترسم على لوحة $\bar{X}$ المضببة من خلال جمع عناصـر المتجـه MF لكي نستخرج درجة عضوية الفشل في تجاوز الفحوص بالنسبة للعينة كاملة ، أي ثقل العينة بالنـسبة للعينات الأخرى من خلال استخدام البرنامج الجاهز Minitab.

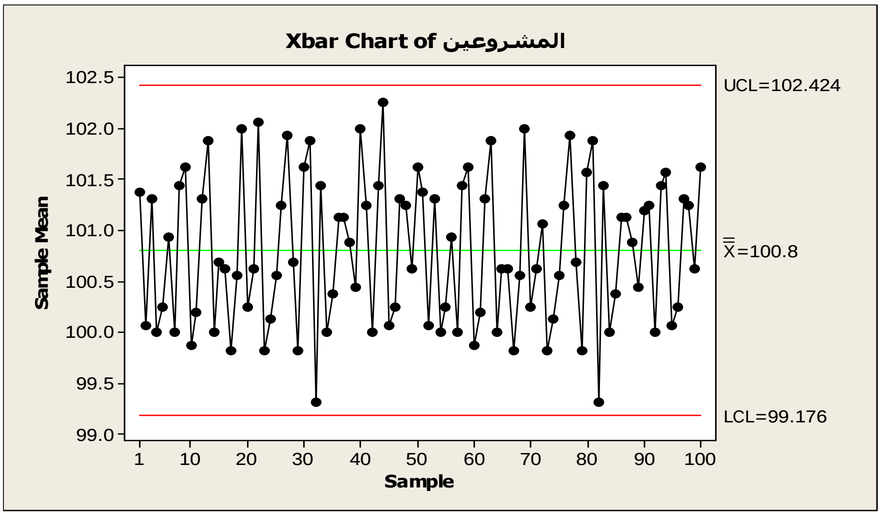
ويمكن توضيح نتيجة العينة الأولى النهائية بعد تطبيق الخطوات أعلاه وكذلك القيمة التي سوف ترسم على لوحة $\bar{X}$ المضببة بالشكل الآتي :

تم رسم لوحات $\bar{X}$ للسيطرة النوعية لتوضيح سير عملية الفحص من حيث كونها تحت السيطرة (Process Under Control) أو خارج حدود السيطرة (Process Out Control) ، باستخدام البرنامج الإحصائي الجاهز (Minitab) .

حد السيطرة الأعلى (UCL) =102.424

حد السيطرة الأدنى (LCL) = 99.176 خط الهدف ($\bar{X}$) = 100.8

من خلال رسم معدل الفحوصات في العينات المأخوذة ((50) عينة) على اللوحة يتبين ان جميع النقاط المرسومة تقع ضمن حدود السيطرة مما يعني إن عملية الفحص للمنتج تحت السيطرة (Process Under Control) .



الشكل (37) يوضح لوحة $\bar{X}$ للمشروعين

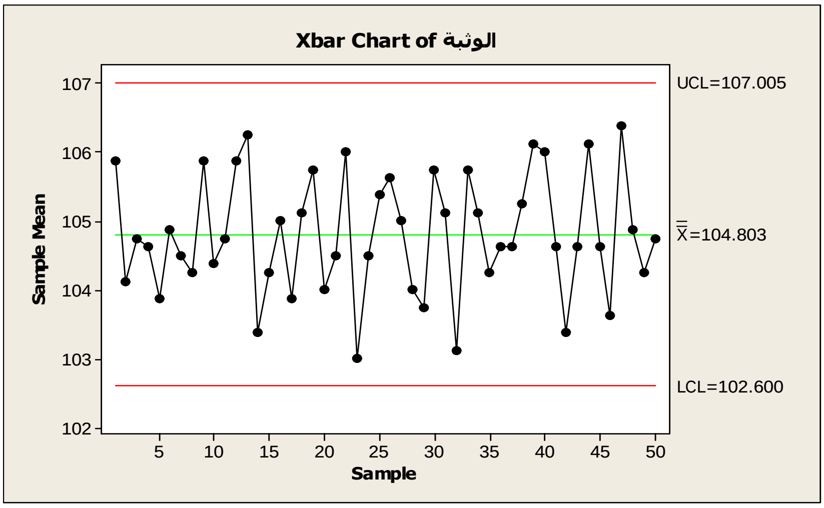
2-3 لوحة $\bar{X}$ المضببة Fuzzy X bar Chart

تم استخدام نتائج البرنامج السابق والمعد لاستخدام المنطق المضبب في السيطرة النوعية لرسم لوحة $\bar{X}$ المضببة Fuzzy X bar Chart حيث إن القيمة المرسومة على اللوحة تمثل مجموع دوال العضوية لفشل المنتوج في الفحوصات الأربعة في كل عينة ، وهي تمثل ثقل العينة بالنسبة للعينات الأخرى المرسومة على اللوحة .

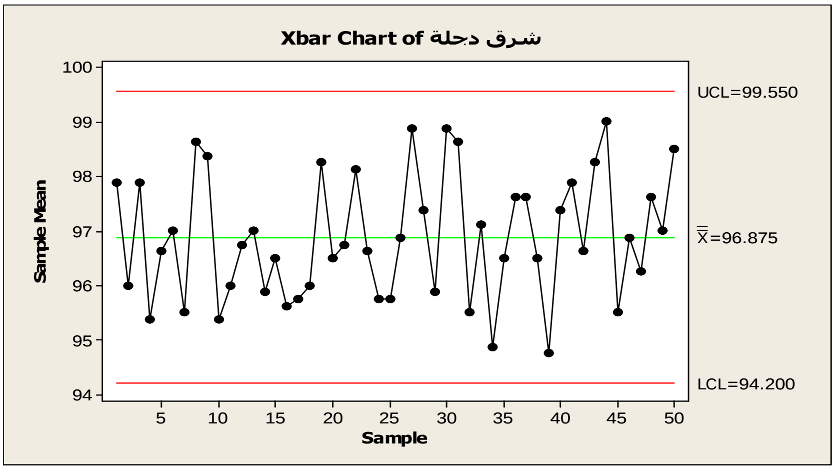
المحور العمودي يمثل النسب المسموح بها ، المحور الأفقي يمثل عدد العينات Sample Number .

حد السيطرة الأعلى (UCL) = 107.005 حد السيطرة الأدنى (LCL) = 102.600

خط الهدف ($\bar{\bar{X}}$)= 104.803 والشكل (5) يوضح لوحة $\bar{X}$ المضببة .



الشكل (38) لوحة $\bar{X}$ المضببة لمشروع الوثبة



الشكل (39) لوحة $\bar{X}$ المضببة لمشروع شرق دجلة

من الرسم الناتج يتبين إن جميع النقاط المرسومة تقع ضمن حدود السيطرة ممـا يعنـي إن عمليـة الفحص باستخدام لوحة $\bar{X}$ المضببة Fuzzy X bar Chart تحت السيطرة Process Under Control .

3- الاستنتاجات :

يمكن استخدام طريقة بوكس وجنكيز في معالجة مختلف أنواع البيانات الخطية وغير الخطية وحتى غير المنتظمة في طول الموسمية.

1- إن أسلوب المنطق المضبب يبدو أكثر موضوعية في هذا البحث لكونه مخصصاً لمعالجـة النظم المعقدة وهذا مايجعل له اهمية وسرعة كبيرة في مشاريع فحص الماء.

2- عند حدود السيطرة ($\pm 3\sigma$) فان العملية تحت السيطرة Process Under Control فـي لوحة $\bar{X}$ المضببة وكذلك في لوحة ($\bar{X}$) للفحوص الاربعة وبذلك نحصل على نتائج أكثر دقـة من خلال الاستفادة من التطبيقات الحاسوبية واستغلالها على الوجه الأمثل فـي حـل بعـض المسائل المعقدة في الحياة الواقعية وبالأخص MATLAB في موضوع السيطرة النوعية .

3- يمكن الإفادة من استخدام النظام الحاسوبي في السيطرة الآنية على معدلات فحوصات الماء للحصول على التقديرات المقبولة لنحو عشرين فحصاً ولكل مشروع(نحو ثمانية مـشاريع) منها الدورة والوحدة والرشيد والقادسية....الخ ومن ثم حـساب المعـدلات العامـة لجميـع المشاريع والسيطرة عليها سيطرة كاملة وتجنب حصول أي خلل في العملية الإنتاجية ممـا يؤثر سلبا في صحة المواطن.

المصادر :

1- الطائي , فارس غانم احمد (2004) . " دراسة مقارنة بين طرائق بـوكس وجنكيـز وطريقـة التنقيـة المعدلة في التكهن " , أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية علوم الحاسـبات والرياضـيات , جامعـة الموصل .

2- هندوش، رنا وليد بهنام (2003) :"تطبيقات في النمذجة المضببة"، رسالة ماجستير غيـر منـشورة، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل.

3- Almond, R.G., (1997), "Fuzzy Logic", Techno metrics, Vol. 37, Issue 3, P. 267, 4P.

4- Al-Nasir. Abdul Majeed Hamza (2002): "Forecasting Performance of Adaptive Filtering and Box-Jenkins Techniques (An Empirical Investigation) ". Baghdad college of Economic Science University.

5 - Babuska R.(1998): "Fuzzy modeling for control", Delft University of Technology, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, Boston, http://www.wkap.nl/prod/b/0-7923-8154-8

6- Bestrfield D.H., (2002), "Quality Control", Prentice Hall, Inc., Upper saddle River, New Jersey, 07458.

7- Castellano G. & Fanelli M. (2000): "Fuzzy inference and rule extraction using a neural network", Università degli Studi di Bari, Dipartimento di Informatica, E-mail:castellano,fanelli@di.uniba.it,

http://www.di.uniba.it/~castella/papers/NNW2000.pdf
8- Makridkis, S., Wheel Wright, S. andHYdman,R.. (1998): "Forecasting: Methods and Application",3rd ed., John Wiley, New York.
9- Ruan D. (1997): "Intelligent Hybird Systems: Fuzzy Logic, Neural Networks and Genetic Algorithms", Belgian Nuclear Research Center (SCK. CEN.), Mol, Belgium.
10-"Fuzzy Logic"/ ht t//ar. Wikipedia.org .