

**استخدام السلاسل الزمنية للمدة (2006-2016) للتنبؤ بكمية
الامطار في العراق**

. م.د علي ناصر حسين

قسم الاحصاء- كلية الادارة والاقتصاد- جامعة البصرة.

**Use the Time Series for the period (2006-2016) to predict
Rainfall in Iraq researcher**

A.L Ali Naser Hussain

**Department of Statistic- Administration and Economics –Basrah
University**

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (اللوكيميا) في محافظة البصرة

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (اللوكيميا) في محافظة البصرة .

م.د. / علي ناصر حسين

المستخلص

استخدم أسلوب السلاسل الزمنية (Time Series) للتنبؤ بمعدلات كمية الامطار في العراق بالاعتماد على بيانات سلسلة زمنية لمعدل الامطار وللمدة (2006-2016) حيث اتضح ان بيانات هذه السلسلة الزمنية مستقرة (Weakly Stationary) وان النموذج الملائم هو انموذج $ARIMA(0,0,2)$. الكلمات الافتتاحية: بوكس جينكيز ، جذر الوحدة ، اختبار دكي - فوللر

ABSTRACT

Use the Time Series method to predict rainfall rates in Iraq based on time series data for rainfall in Iraq and for the period (2006-2016). The data for this time series is stable (Weakly Stationary) and the appropriate model is the model $ARIMA(0,0,2)$

Keyword: Box –Jenkins, Unit root, Dickey –fuller test

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (اللوكيميا) في محافظة البصرة

المقدمة :

ان إحدى تطبيقات علم الاحصاء هو التنبؤ ب السلوك العشوائي للظاهرة سواء اكانت طبيعية او اقتصادية او غيرها حيث تستخدم القيم التاريخية للظاهرة في التخطيط المستقبلي. وتعتبر السلاسل الزمنية أحد اهم الاساليب الاحصائية المستخدمة في التنبؤ بقيم الظاهرة المستقبلية. وهناك العديد من الدراسات والبحوث اعتمدت على السلاسل الزمنية (Time series) والقيم التاريخية للظواهر المختلفة بهدف ايجاد صيغ رياضية يمكن استخدامها للتنبؤ بسلوك هذه الظاهرة. كما تعد السلاسل الزمنية من المواضيع الرئيسية المستخدمة في تتبع نمط التغير في الكميات ومن ثم صياغة نموذج رياضي (Mathematical Model) لهذا التغير كما يمكن استعمال السلاسل الزمنية في فهم العلاقة بين مشاهدات الظاهرة في فترات مختلفة وتحديد الاسباب والنتائج وتفسير العلاقات على ضوء ما حدث لها في الماضي.

ان التنبؤ بمعدلات الامطار تحظى بأهمية كبيرة لما لهذه التنبؤات من أثر في التخطيط لإدارة الموارد المائية والتي تكون ذات اهمية بالغة في التنمية الزراعية والصناعية والتخطيط العمراني حيث تعتبر الامطار أحد اهم الموارد المائية في العراق .

هدف البحث : Objective

يهدف هذا البحث لاقتراح نموذج ملائم للحصول على نتائج دقيقة للتنبؤ بكميات الامطار باستخدام اسلوب السلاسل الزمنية. حيث تم استخدام اسلوب بوكس جينكز والذي يعتبر احد اهم اساليب السلاسل الزمنية للتنبؤ.

مشكلة البحث

يمر العراق بمشكلة مياه ومن اهم اسباب هذه المشكلة تتمثل بسوء التخطيط وادارة الموارد المائية ، و تعتبر الامطار من اهم موارد المياه في العراق ومن هنا تأتي الاهمية لهذا البحث في التنبؤ بمعدلات الامطار في العراق.

السلسلة الزمنية:

تعرف السلسلة الزمنية بانها مجموعة من المشاهدات تولدت عبر الزمن بشكل متعاقب ترتبط مع بعضها وقد تكون السلسلة زمنية مستقرة (Stationary) أي ان المشاهدات ولجميع الفترات الزمنية تكون خصائصها الاحتمالية متوازنة ولا تتأثر بالزمن. او غير مستقرة (Non Stationary) أي ان الخصائص الاحتمالية للسلسلة الزمنية تكون غير مستقرة وتتأثر بالزمن ويرمز للسلسلة الزمنية عادة بالرمز $\{x(t); t \in T\}$. ان الهدف من دراسة السلسلة الزمنية تتمثل في فهم ونمذجة عشوائية الظاهرة المشاهدة والتنبؤ عن القيم المستقبلية للظاهرة كما تتمثل في التحكم في القيم العشوائية للظاهرة إذا أمكن. ان السلسلة الزمنية قد تتكون من متغيرين أحدهم متغير الاستجابة (Response Variable) والثاني متغير الزمن (Time variable) ويرمز لها في هذه الحالة كالآتي⁽⁷⁾ .

$$x = f(t)$$

اما إذا كانت هنالك عوامل اخرى تؤثر على الظاهرة ففي هذه الحالة تكون السلسلة

كالآتي.

$$x = f(t; y_1; y_2; \dots; y_m)$$

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (اللوكيميا) في محافظة البصرة

يوجد اتجاهان لتحليل السلاسل الزمنية يعرف الاتجاه الاول بالاتجاه الكلاسيكي والاتجاه الثاني والذي سوف يعتمد هنا يعرف بنماذج بوكس جينكينز (Box-Jenkins). ان الاختلاف بين الاتجاهين يتمثل بكون الاتجاه الاول (الكلاسيكي) يفترض ان الظاهرة يمكن تجزئتها الى مركبات (Components) يمكن فصلها. بينما يتبنى الاتجاه الثاني ان الظاهرة تكون عشوائية (Random) وغير محددة ولا يمكن فصل مكوناتها⁽¹¹⁾.

استقراره السلسلة الزمنية: Time Series Stationary

ان الفكرة الاساسية في دراسة السلسلة الزمنية هي الاستقرار ومعنى الاستقرار هو ان السلوك الاحتمالي للسلسلة لا يتغير خلال الزمن أي ان التغيرات في الفترات الزمنية المختلفة تتجه الى نفس المستوى من التغيرات او ان التباينات تكون ثابتة مع مرور الزمن وتكون السلسلة الزمنية^(6,22) $\{x_t; t \in T\}$ مستقرة تماما (Strictly Stationary) اذا كان التوزيع الاحتمالي المشترك للمتغيرات $\{x_{t1}; x_{t2}; \dots; x_{tk}\}$ والمتغيرات $\{x_{t1+s}; x_{t2+s}; \dots; x_{tk+s}\}$ متماثلة لكل ثابت حقيقي (s) وثابت صحيح موجب (k). وتكون السلسلة الزمنية ضعيفة الاستقرار او مستقرة من المرتبة الثانية (Weakly Stationary) في حالة توفر الخصائص الاتية^(6,23,7,8).

1- ثبات الوسط الحسابي (Mean) للسلسلة عبر الزمن $E(x_t) = \mu$ أي ان متوسط السلسلة لا يعتمد على الزمن

2- ثبات التباين (Variance) عبر الزمن $var(x_t) = E(x_t - \mu)^2 = \sigma^2$ أي ان التباين لا يعتمد على الزمن

3- ان الارتباط المشترك (Covariance) لفترتين مختلفتين لمشاهدات السلسلة يعتمد على الفجوة الزمنية بين المشاهدات فقط أي ان

$$\gamma_k = cov(x_t, x_{t+k}) = E\{(x_t - \mu)(x_{t+k} - \mu)\}$$

يمكن معرفة استقراره السلسلة الزمنية عن طريق رسمها بحيث تكون قيم السلسلة الزمنية في المحور العمودي والزمن في المحور الافقي فاذا كانت السلسلة مستقرة فان رسم المشاهدات سوف يأخذ شكل بحيث يمكن حصره بين قيمتين حد اعلى وحد أدنى وعكس ذلك فان منحنى الرسم سيأخذ نمط الزيادة او النقصان مع الزمن. كما يمكن استخدام الاختبارات الإحصائية لتحديد هل ان مشاهدات السلسلة الزمنية تتصف بصفة الاستقرار وهناك العديد من الاختبارات أهمها.

اختبار دالة الارتباط الذاتي Auto Regression Function Test

ان الارتباط الذاتي Auto Correlation يقيس العلاقة بين المتغيرات المتعاقبة للسلسلة الزمنية $\{x_t; x_{t+k}\}$ او العلاقة بين المتغيرات العشوائية ويمكن الاستفادة منها في معرفة استقراره السلسلة الزمنية وتعد دالة الارتباط الذاتي (Autocorrelation Function) صفة مميزة للعملية العشوائية. وتكون الصيغة الرياضية لدالة الارتباط كالاتي^(12,23):

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (1)$$

$$\gamma_k = E(x_t - \mu)(x_{t-k} - \mu) \quad (2)$$

حيث ان (μ) تمثل الوسط الحسابي للبيانات.

وتتصف دالة الارتباط الذاتي بالخصائص الاتية.

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (اللوكيميا) في محافظة البصرة

- 1- $\rho_0 = 0$
- 2- $\rho_k = \rho_{-k}$
- 3- $|\rho_k| \leq 1$

اما دالة الارتباط الذاتي الجزئي (Partial Autocorrelation Function) تمثل العلاقة بين $\{x_t; x_{t+k}\}$ في حالة ثبات تأثير المتغيرات الأخرى. ومن تحليل الارتباط الذاتي (ACF) والارتباط الذاتي الجزئي (PACF) يتم تحديد فيما إذا كانت السلسلة الزمنية مستقرة (Stationary) وذلك ب اختبار معاملات الارتباط الذاتي ولفترات ابطاً (Lag) مختلفة لمعرفة مدى اختلافها معنوياً عن الصفر. ان الاستقرارية تعتمد على طول فترة الابطاء فاذا كانت السلسلة مستقرة (Stationary) فان قيم دالة الارتباط الذاتي تتجه نحو الصفر كلما زادت فترة الابطاء وتتطلب استقراره السلسلة ان يكون $\hat{\rho}_k$ مساوية للصفر او لا تختلف عنه معنوياً لأي فترة ابطاء. ومن الممكن استعمال اختبار *Ljung-Box* لاختبار استقراره السلسلة الزمنية بالاعتماد على دالة الارتباط الذاتي حيث يستخدم لاختبار فرضية العدم^(2,11)

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0 \quad \text{V.S} \quad H_1: \rho_1 \neq \rho_2 \neq \dots \neq \rho_k \neq 0$$

ان الصيغة الرياضية لإحصائه الاختبار هي

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k} \quad (3)$$

حيث ان n حجم العينة ، k فترة الابطاء ، $m = \frac{n}{3}$

وان الإحصاء Q تتوزع حسب توزيع مربع كاي $(Q \sim \chi_{m-p}^2)$ حيث p تمثل عدد المعالم المقدرة .

اختبار جذر الوحدة: Unit Root Test

واحد من اهم طرق اختبار استقراره السلسلة الزمنية واكثرها استعمالاً حيث يستعمل لفحص استقراره السلسلة الزمنية وتحديد درجة تكاملها. ان مسألة استقرارية السلسلة الزمنية وجذر الوحدة يمكن توضيحه وكالاتي^(7,18,22) :
 بافتراض نموذج الانحدار الذاتي (Autoregressive) ادناه

$$x_t = \phi x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

حيث ان (x_t) المشاهدة في الزمن (t) ، (ε_t) متغيرات عشوائية (White Noise) لها توزيع طبيعي (Normal Distribution) بوسط حسابي $(\mu = 0)$ وتباين ثابت $(\sigma^2 < \infty)$. ان النموذج (4) هو نموذج عمليات ماركوف (Markov Process) او نموذج مشي عشوائي (Random Walk) (في حالة $\phi = 0$) او نموذج انحدار ذاتي من الدرجة الأولى (Type one order Autoregressive) ولكي تكون السلسلة الزمنية مستقرة يجب ايجاد التباين والمتوسط والتحقق من ثبوتهم وعدم ارتباطهم بالزمن لذلك سيتم اعادة صياغة الانموذج (4) كما يأتي:

$$x_t = \phi^t x_0 + \sum_{j=1}^t \phi^{t-j} \varepsilon_j \quad (5)$$

ان الوسط الحسابي والتباين للنموذج الانحدار الذاتي (المعادلة (5)) يكون

$$E(x_t) = \phi^t x_0 \quad , \quad V(x_t) = \phi^{2j-2} \sigma^2$$

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (اللوكيميا) في محافظة البصرة

ان شرط الاستقرار للنموذج (5) يتحقق في حالة ($\phi < 1$) أي في حالة ($\phi = 1$) نحصل على سلسلة غير مستقرة وفي هذه يقال ان السلسلة الزمنية تعاني من مشكلة جذر الوحدة (Unit Root) أي انها غير مستقرة ولكي تكون السلسلة مستقرة (Weakly Stationary) يجب ان تكون ($|\phi| < 1$) ومن اهم اختبارات جذر الوحدة هما.

اختبار ديكي فوللر Dickey-Fuller test

احد اهم اختبارات استقراره السلسلة الزمنية والذي اقترح من قبل الباحثين (Dickey&Fuller) في عام 1979 واساس هذا الاختبار قائم على ان السلسلة الزمنية ناتجة من عمليات انحدار ذاتي (Auto Regressive (AR(p)) ويعتمد هذا الاختبار على ثلاثة انماط من نماذج الانحدار الذاتي من الدرجة الاولى وهي (6,19,24) :

❖ النمط الاول : تتميز بعدم احتوائها على الحد الثابت (Intercept) او اتجاه الزمني (Trend) أي النمذج:

$$\Delta x_t = \phi_t x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

حيث ان ∇x_t تشير الى الفرق الاول للسلسلة الزمنية $\nabla x_t = x_t - \phi x_{t-1}$

❖ النمط الثاني : يتميز باحتوائه على الحد الثابت (Intercept) وعدم احتوائية على الاتجاه (Trend) الزمني أي النمذج:

$$\Delta x_t = \mu + \phi_t x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

❖ النمط الثالث : يتميز باحتوائه على الحد الثابت (Intercept) و الاتجاه الزمني (Trend) أي النمذج:

$$\Delta x_t = \mu + \beta t + \phi_t x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (8)$$

ان فرضية العدم لهذا الاختبار هي $H_0: \phi = 1$ وتعني وجود جذر الوحدة (أي عدم الاستقرار السلسلة الزمنية (Non Stationary)، اما الفرضية البديلة فهي $H_1: \phi < 1$ وتعني عدم وجود جذر الوحدة (أي ان السلسلة الزمنية مستقرة (Weakly Stationary) ويتم مقارنة القيمة المحسوبة لإحصائه الاختبار والتي تكون الصيغة الرياضية لها كالآتي (24):

$$DF = \frac{\hat{\phi}-1}{st(\hat{\phi})} \quad (9)$$

مع القيمة النظرية التي وضعها الباحثان (Dickey & Fuller) او تقارن مع قيمة τ ¹.

اختبار ديكي فوللر الموسع Augmented Dickey-Fuller

ان اختبار ديكي فوللر البسيط (DF) يفرض نموذج انحدار ذاتي من الدرجة الاولى AR(1) لذي تم تحسين هذا الاختبار من قبل الباحثان (Dickey&Fuller) في عام 1981 ليشمل نماذج الانحدار الذاتي من الدرجة p أي AR(p) ويعتمد على الانماط الثلاثة الآتية:

❖ النمط الاول :تكون بدون الحد الثابت (Intercept) والاتجاه الزمني (Trend)

$$\Delta x_t = \phi_c x_{t-1} + \sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta x_{t-j} + \varepsilon_t \quad (10)$$

حيث ان $\phi_c = \phi - 1$

❖ النمط الثاني : يتميز باحتوائه على الحد الثابت (Intercept) وعدم احتوائية على الاتجاه (Trend) الزمني أي النمذج الآتي:

¹ للمزيد من التفاصيل انظر المصدر (18)

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (اللوكيميا) في محافظة البصرة

$$\Delta x_t = \mu + \phi_c x_{t-1} + \sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta x_{t-j} + \varepsilon_t \quad (11)$$

❖ النمط الثالث : يتميز باحتوائه على الحد الثابت (Intercept) و الاتجاه الزمني (Trend) أي النموذج الآتي:

$$\Delta x_t = \mu + \beta t + \phi_c x_{t-1} + \sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta x_{t-j} + \varepsilon_t \quad (12)$$

وتكون الفرضية لجميع الصيغ اعلاه $H_0: \phi_c = 0$ وتعني وجود جذر الوحدة (السلسلة الزمنية غير مستقرة) اما فرضية العدم فتكون $H_1: \phi_c < 0$ فاذا تم قبول فرضية العدم فهذا يعني ان السلسلة الزمنية غير مستقرة وبخلافه في حالة قبول الفرضية البديلة فهذا دليل على استقراره السلسلة الزمنية

(2-4) السلسلة الزمنية غير المستقرة Non Stationary Time Series

ان اغلب السلاسل الزمنية هي سلاسل غير مستقرة (Non Stationary) وللتعامل مع السلسلة الزمنية يجب تحويلها الى سلسلة مستقرة (Stationary) ويتم ذلك بأخذ الفروق او اجراء التحويلات على البيانات الاصلية للسلسلة الزمنية. وعدد الفروق المطلوبة لتحويل السلسلة غير المستقرة الى سلسلة مستقرة تسمى بدرجة التكامل⁽⁸⁾ (Integrated) أي ان نموذج الانحدار الذاتي والاوساط المتحركة ARMA(p,q) في حالة الفروق يصبح نموذج انحدار ذاتي واوساط متحركة متكامل (Integrated Autoregressive & Moving Average) ويرمز له بـ ARIMA(p,d,q)، d يشير الى درجة الفرق فاذا كانت السلسلة مستقرة فان (d=0) اما اذا استقرت السلسلة بعد اخذ الفرق الاول يكون (d=1) أي ان السلسلة تكون متكاملة من الدرجة الاولى وهكذا للبقية ان الصيغة الرياضية لنماذج الانحدار الذاتي والاوساط المتحركة المتكاملة ARIMA(p,d,q) تكون كما يأتي:

$$\phi(B)\nabla^d x = \delta + \varphi(B)a_t \quad (13)$$

وهناك عدد شروط يجب توفرها لتطبيق نماذج ARIMA(p,d,q) وهي⁽¹²⁾.

1- يجب ان تكون مشاهدات السلسلة الزمنية عشوائية (Random).

2- تكون السلسلة غير مستقرة (Non Stationary)

3- لا تتناسب هذه النماذج مع السلاسل الزمنية ذات المشاهدات المفقودة (Missing Data)

ان شرط الاستقرار في المتوسط هو الأداة الرئيسية في بناء هذه النماذج⁽⁵⁾ ولكي تصبح السلسلة مستقرة يتم اخذ الفرق (Difference) المناسب لمشاهدات السلسلة الزمنية

نماذج السلاسل الزمنية Time Series Model

تتضمن نماذج السلاسل الزمنية انماط مختلفة لوصف الظاهر سواء اكانت طبيعية

او اقتصادية او غيرها نستعرضها كما يأتي:

نموذج الانحدار الذاتي Autoregressive Model

اذا كان النموذج يمثل العلاقة بين القيم الحالية والقيم السابقة للظاهرة فيدعى النموذج في هذه الحالة بنماذج الانحدار الذاتي (Autoregressive) ومن الباحثين الاوائل الذين قاموا بدراسة نماذج الانحدار الذاتي هو الباحث Yule في عام 1926 حيث يرمز لنموذج الانحدار الذاتي بـ AR(p) وان p تمثل فترة الابطاء وان الصيغة الرياضية لنموذج الانحدار الذاتي من الرتبة (p) تكون كالآتي^(7,11,17,18):

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (الوكيميا) في محافظة البصرة

$$x_t = \mu + \phi_1 x_{t-1} + \phi_2 x_{t-2} + \dots + \phi_p x_{t-p} + \varepsilon_t \quad (14)$$

حيث ان :

$\phi_1; \phi_2; \dots; \phi_p$: تمثل معلمات (Parameters) نموذج الانحدار الذاتي . μ : تمثل الحد الثابت (Intercept) . ε_t : تمثل حد الخطأ او ما يسمى بالتشويش الابيض (White Noise) وهو متغير عشوائي يتوزع توزيع طبيعي بمتوسط صفر وتباين ثابت أي ان $\varepsilon_t \sim N(0; \sigma^2)$. ان المعادلة (14) يمكن كتابته باستعمال عامل الابطاء (Lag Operator) وكما يلي .

$$(1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p) x_t = \varepsilon_t \quad (15)$$

حيث ان L يمثل عامل الابطاء (الازاحة الخلفي) (Lag Operation) وله الخواص الاتية:

$$1-Lx_t = x_{t-1}$$

$$2-L^p x_t = L^{p-1}(Lx_t) = L^{p-2}(L(Lx_t)) = x_{t-p}$$

$$3-Lc = c \quad c \text{ is constant}$$

ان نموذج الانحدار الذاتي AR(p) من الدرجة P يكون نموذج مستقر (Weakly Stationary) في حالة تم الحصول على جذور المعادلة $(1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p)$ خارج دائرة الوحدة (Unit Circle) وهي دائرة نصف قطرها الواحد الصحيح ويكون شكل الارتباط الذاتي (Auto Regression Function) للنموذج خليط من الشكل الجيبي والشكل الاسي ينحسر بلطف كما ان معاملات الارتباط الذاتي (ρ_k) لا تتلاشى ولأي فترة ابطاء (Lag Period) اما معاملات الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) فتتلاشى عند فترة الابطاء الاكبر من 12(k)

نموذج الأوساط المتحركة Moving Average Model

اقترحت نماذج الأوساط المتحركة MA(q) من قبل الباحث Siutsky في عام (1937) ^(8,13) وهي صيغة رياضية تمثل العلاقة بين القيمة الحالية والاختفاء العشوائية في الوقت الحالي والاقوات السابقة وله الرمز MA(q) والصيغة الرياضية تكون كما يلي:

$$x_t = \mu + a_t - \phi_1 a_{t-1} - \dots - \phi_q a_{t-q} \quad (16)$$

حيث ان :

$\phi_1; \phi_2; \dots; \phi_p$: تمثل معلمات (Parameters) لنموذج الانحدار الذاتي . μ : تمثل الحد الثابت (Intercept) .

$$x_t = \mu + (1 - \phi_1 - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p) a_t \quad (17)$$

ويتميز نموذج MA(q) بتلاشي الذبذبات الكبيرة من السلسلة الزمنية. اي بإلغاء الفجوات الكبيرة ولاتجاهها العام ⁽¹²⁾.

نماذج الانحدار الذاتي والايوساط المتحركة Autoregressive and Moving Average Models

يعد الباحث Wold (1954) اول من اقترح نماذج الانحدار الذاتي و الأوساط المتحركة Autoregressive & Moving Average Models والتي تدعى بالنماذج المختلطة ^(7,13) . ففي كثير من الاحيان لا يمكن التعبير عن الظاهر بصيغة نماذج انحدار ذاتي AR(P) او اوساط متحركة MA(q) وانما يتم الدمج بين نماذج الانحدار الذاتي و الاوساط المتحركة في نموذج واحد يدعى بنموذج الانحدار الذاتي والايوساط المتحركة Autoregressive & Moving Average Models & يرمز له بالرمز ARMA(p,q) وهو نموذج مركب يجمع بين خصائص نماذج

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (اللوكيميا) في محافظة البصرة
 الانحدار الذاتي والاوساط المتحركة ويتميز بالمرونة وتكون الصيغة الرياضية لنماذج ARMA(p,q) حيث ان
 (p,q) تمثل درجة النموذج كالاتي :

$$x_t = \delta + \phi_1 x_{t-1} + \dots + \phi_p x_{t-p} + a_t - \phi_1 a_{t-1} - \dots - \phi_q a_{t-q} \quad (18)$$

او باستخدام معامل الازاحة الخلفية L (Lag Operator) تصبح المعادلة (18) كالاتي.

$$\phi_p(L)x_t = \delta + \phi_q(L)a_t \quad (19)$$

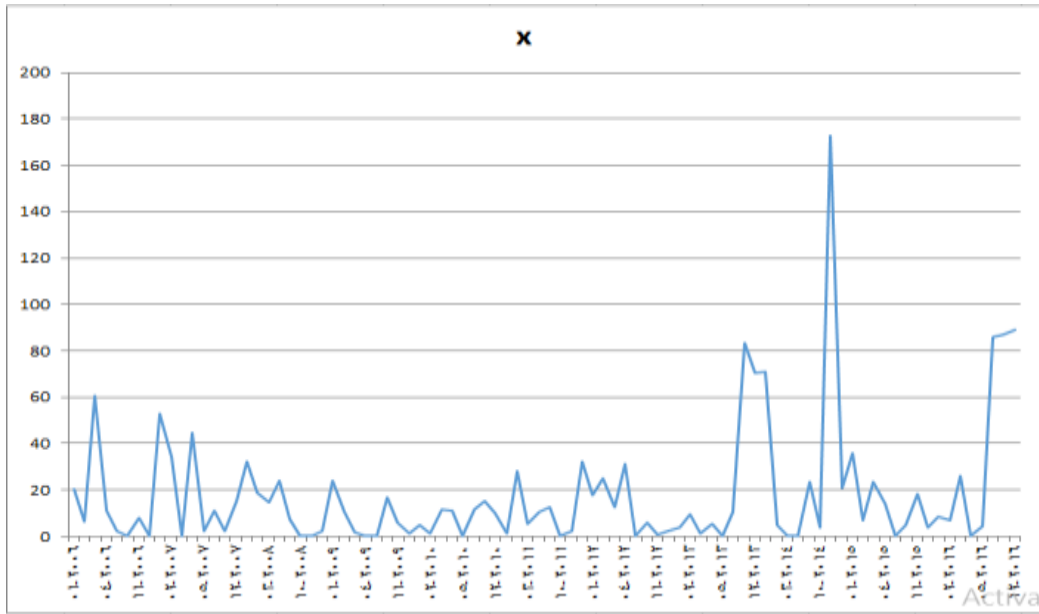
حيث ان $\phi_p(L) = 1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p$ يمثل عامل الانحدار الذاتي (Autoregressive) وان $\phi_q(L) = 1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_q L^q$ يمثل عامل الاوساط المتحركة (Movin Average). وان شرط الاستقرار في نماذج ARMA(p,q) يتحقق بالحصول على جذور المعادلتين $\phi(L)$ ، $\phi(L)$ تكوم خارج دائرة الوحدة.

الجانب التطبيقي: Application

تلعب كمية الامطار اهمية في حياة الفرد والمجتمع لأهميتها في ديمومة الحياة وتلبية متطلبات السكان في استخداماته اليومية من المياه ولاحتياجاته المختلفة. كما ان لكمية الامطار دور في تحديد النشاط الزراعي والموسم الزراعة وانواع المحاصيل التي يجب زراعتها وهذا ينعكس على النشاط الاقتصادي للبلد ويؤثر على جميع القطاعات الاخرى. ويمتازالعراق بتباين في كمية الامطار هذا التباين جعل هنالك سنوات تمتاز بارتفاع معدلات سقوط الامطار واخرى تنخفض فيها معدلات سقوط الامطار. ان البيانات المستخدمة في هذا البحث والتي تم الحصول عليها من دائرة الارصاد الجوية والرصد الزلزالي والتي تمثل معدلات الامطار في العراق وللمدة¹(2016-2016). ولدراسة الخصائص الاولية لمعدلات تساقط الامطار تم رسم البيانات في الشكل (1) ومن الشكل نجد معدلات الامطار سجلت في الاشهر (1;2;3;4;5;10;11;12) وهذه الاشهر تمثل فترة سقوط الامطار في العراق ان السلسلة الزمنية لمعدلات الامطار لا تتأثر بعامل الزمن وانها متذبذبة زيادة ونقصان في الفترات الزمنية المختلفة بمعنى اخر التذبذبات غير منتظمة لأنها جاءت نتيجة لاختلافات في معدلات الامطار على مدار السنة كما يشير الشكل (1) الى استقرارية السلسلة الزمنية (Weakly Stationary) أي وجود ثبات في الوسط الحسابي والتباين. وبطريقة ثانية تكون السلسلة الزمنية مستقرة اذا كان جذورنموذج البيانات الذي سيتم اختياره خارج دائرة الوحدة. ولمعرفة ذلك يتم بأجراء اختبار دكي فولر الموسع (ADF) للكشف عن استقراريه السلسلة الزمنية. والجدول (1) يوضح نتائج اختبار دكي فولر الموسع (ADF) ومن الجدول نلاحظ ان قيمة (ADF) بلغت (2.8083) بدون ثابت واتجاه زمني وبلغت (6.7470) بدون اتجاه زمني وبلغت (7.0564) مع وجود ثابت واتجاه زمني وبمقارنة قيمة (ADF) المحسوبة مع قيمة (DF) الجدولية بدرجة حرية (84) ومستوى معنوية (0.05) والبالغة (3.50) نجد ان قيمة (ADF) اكبر من قيمة (DF) الجدولية أي اننا نرفض فرضية

انظر الملحق¹

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (اللوكيميا) في محافظة البصرة



شكل (1) المشاهدات التاريخية للأمطار في العراق وللفترة (2006-2016)

العدم $H_0: \phi_c = 0$ ونقبل الفرضية البديلة $H_1: \phi_c < 0$ وبذلك تكون السلسلة الزمنية هي سلسلة مستقرة (Weakly Stationary) . وللمستويات الثلاثة.

جدول (1)

نتائج اختبار دكي فولر الموسع ADF لاختبار استقرار السلسلة الزمنية لمعدلات الامطار في العراق

المؤشر	بدون ثابت واتجاه	بدون اتجاه	ثابت واتجاه
ADF CLC	-2.8083	-6.7470	-7.0564
DF-Table	-1.95	-2.93	-3.50
القرار	معنوي	معنوي	معنوي

المصدر: من اعداد الباحث بناء على مخرجات برنامج Eviews

تعريف وتشخيص النموذج Identification

تم استخدام نماذج بوكس جنكيز (Box-Jenkins) لتحليل السلسلة الزمنية للمعدلات الشهرية للامطار في العراق ، وتعتبر مرحلة تعريف وتشخيص النموذج مرحلة مهمة في بناء نموذج السلسلة الزمنية حيث يتم فيها تحديد كيفية تولدت البيانات من خلال تحديد النموذج المناسب بالاعتماد على خصائص دالة ACF ودالة PACF وكما يأتي⁽²⁾:

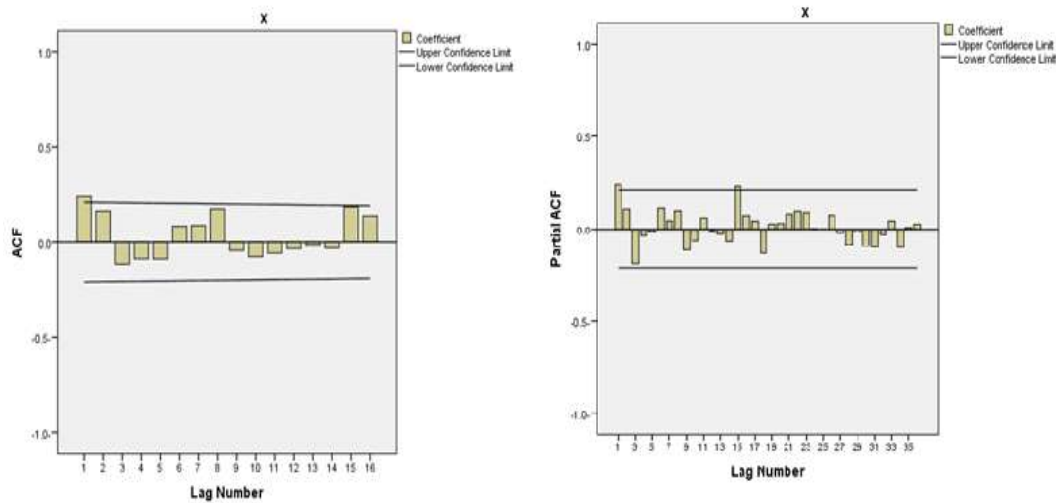
1- اذا كانت شكل لمعاملات دالة الارتباط الذاتي (ACF) تمتد لانهاية وتتناقص اسيا نحو الصفر او تأخذ شكل موجات جيبيه او تكون خليط من التناقصات الاسية والتناقصات الجبية وان دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) ينقطع بعد فترة الابطاء (p) فان النموذج الملائم للسلسلة الزمنية هو انموذج ارتباطات ذاتية من الدرجة p $AR(p)$ ^(1,12) .

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (اللوكيميا) في محافظة البصرة

2- إذا كان شكل معاملات دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) تتناقص اسياً او بشكل موجات جيبيه وان دالة الارتباط الذاتي (ACF) تتلاشى بعد فترة الإبطاء (q) فان النموذج الاوساط المتحركة $MA(q)$ يكون الملائم للسلسلة الزمنية

3- إذا كان شكل معاملات دالة الارتباط الذاتي (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) تتمثل بمنحنى يمتد لانهائياً ويتكون من التناقصات الاسية والتناقصات الجيبية والتي تتلاشى الى الصفر كلما زادت فترة الإبطاء (k) . وتتحدد دالة الارتباط الذاتي (ACF) من الانحدار الذاتي للنموذج $AR(p)$ المختلط عندما تكون $(k > q - p)$. بينما تتحدد دالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) من الجزء المتوسط المتحرك $MA(q)$ عندما تكون $(k > p - q)$. فان نموذج الانحدار الذاتي والوساط المتحركة $ARMA(p, q)$ هو النموذج الملائم للسلسلة الزمنية.

والشكل (2) يشير ان معاملات الارتباطات الذاتية ومعاملات الارتباط الذاتي الجزئي تمتد لانهائياً وتكون متناقصة جيبياً . اي ان نموذج المختلط $ARMA(p, q)$ او النموذج $ARIMA(p, d, q)$ ($d=0$) هو النموذج الملائم ولتحديد (p, q) يتم اقتراح عدد من النماذج وبشكل عشوائي والمقارنة بينهم لاختيار الأفضل وهذه النماذج هي $ARMA(1, 0)$ او $ARMA(0, 1)$ ، $ARIMA(1, 0, 0)$ ، $ARMA(0, 1)$ او $ARIMA(0, 0, 1)$ ، $ARMA(1, 1)$ او $ARIMA(1, 0, 1)$ ، $ARMA(2, 1)$ ، $ARMA(2, 0, 1)$ او $ARMA(1, 2)$ ، $ARIMA(1, 0, 2)$ ، $ARMA(2, 2)$ او $ARIMA(2, 0, 2)$



شكل (2) :

دالة الارتباط الذاتي (ACF) والارتباط الذاتي الجزئي (PACF) لمعدلات الامطار في العراق للفترة (2006-2016)

اختيار افضل نموذج لنماذج $ARIMA(p, d, q)$ Goodness of Fit

ولاختيار افضل نموذج من نماذج السلاسل الزمنية لمعدلات الامطار تم استخدام ثلاثة معايير وهي

1- معيار معلومات اكاكي Aiki Information Criteria (AIC) والصيغة الرياضية لهذا المعيار هي⁽¹⁴⁾

$$AIC = -2 \log(L(\hat{\theta} / data)) + 2p$$

حيث ان $L(\hat{\theta} / data)$ القيمة العظمى لدالة الامكان الاعظم للنموذج المقدر. p عدد المعلمات.

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (اللوكيميا) في محافظة البصرة

2- معيار معلومات حنان وكوين (*Hannan-Quinn Information Criterion (HQIC)*) والصيغة الرياضية لهذا المعيار هي ⁽¹⁵⁾.

$$HQIC = -2Log + 2p \ln(\ln(n))$$

3- ومعيار معلومات شوارتز (*Schwarz(SIC)*) والصيغة الرياضية لهذا المعيار هي

$$SIC = -2Log + p \ln(n)$$

ويتم اختبار النموذج الذي يعطي اقل قيمة لهذه المعايير. والجدول (2) يوضح نتائج اختبارات جودة توفيق النماذج المقترحة ويتضح من الجدول نموذج $ARMA(0,2)$ او $ARIMA(0,0,2)$ هو النموذج الذي امتلك اقل قيمة وللمعايير الثلاثة ($AIC; SIC; H-Q$) ومن هذا يتضح ان نموذج $ARIMA(0,0,2)$ هو النموذج الذي سيتم اختياره للتنبؤ بقيم السلسلة الزمنية لمعدلات الامطار.

جدول (2)

نتائج ل معيار ($AIC; SIC; H-Q$) لعدد من نماذج الانحدار الذاتي والاوساط المتحركة المتكاملة المختارة

	Model	AIC	SIC	H-Q
1	ARIMA(1,0,0)	9.452865	9.486727	9.430039
2	ARIMA(0,0,1)	9.458775	9.492395	9.436092
3	ARIMA(2,0,0)	9.480023	9.530815	9.445784
4	ARIMA(0,0,2)	9.43195	9.48238	9.397925
5	ARIMA(1,1,1)	9.480023	9.530815	9.445784
6	ARIMA(1,1,2)	9.477467	9.545189	9.431814
7	ARIMA(2,1,1)	9.472485	9.540698	9.426542
8	ARIMA(2,2,2)	9.495737	9.581004	9.438309

المصدر: من اعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews V.17

تقدير معالم النموذج Estimation Of The Parameters

اعتمدت طريقة المربعات الصغرى وباستخدام البرنامج الاحصائي (Eviews v17) للحصول على تقديرات لمعاملات الانموذج $ARIMA(0,0,2)$ الاتي

$$x_t = \mu + \varphi_1 a_{t-1} + \varphi_2 a_{t-2} + u_t$$

وكانت النتائج كما موضحة في الجدول (3). ومن الجدول يتضح ان الحد الثابت (Intercept) بلغ قيمة (18.289) وقيمة $(\varphi_1 = 0.254)$ و $(\varphi_2 = 0.264)$ كما يوضح الجدول الاخطاء المعيارية لهذه التقديرات وقيمة (T) المحسوبة لكل معلمة مقدره وعند مقارنة القيمة الاحتمالية (Prob) المقابلة لقيمة (T) المحسوبة لكل معلمة مقدره مع مستوى المعنوية ($\alpha = 0.05$) نستنتج ان التقديرات معنويه احصائيا.

جدول (3)

تقدير معالم النموذج المقترح $ARIMA(0,0,2)$

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Intercept	18.289	4.212822	4.34132	0.000
MA(1)	0.254056	0.104638	2.427955	0.0173
MA(2)	0.264187	0.105444	2.505473	0.0141

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (اللويميا) في محافظة البصرة

المصدر من اعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews v.17

فحص الانموذج: Inspection of the Model

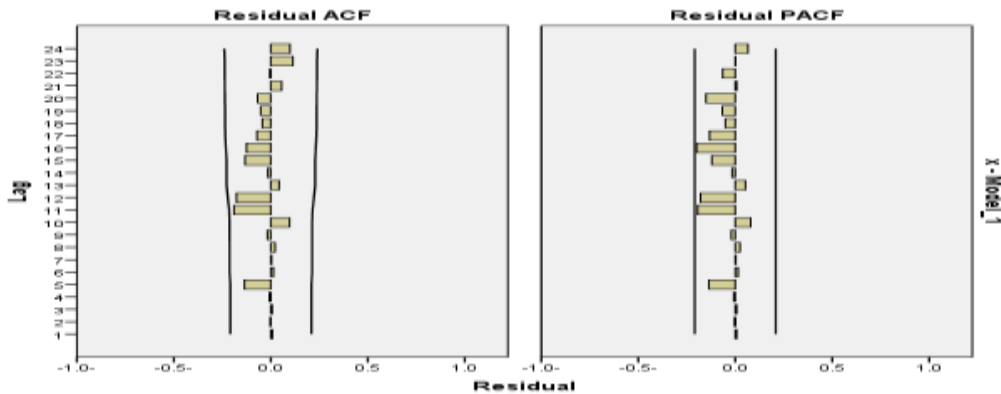
تعد هذه المرحلة من المراحل المهمة في تحليل السلاسل الزمنية، وبناء على نتائج هذه المرحلة يتم قبول او رفض النموذج الذي تم توصيفه وتقدير معالمه والاستمرار في عملية التحليل والتنبؤ. وتنقسم هذه الاجراءات الى اجزئين . الجزء الاول يختص بالمتغير العشوائي للنموذج (البواقي Residual) والجزء الثاني يختص بالملاحظات السلسلة الزمنية الحقيقية (Actual) والملاحظات التقديرية (Theoretical) والمقصود بالملاحظات التقديرية هي ملاحظات النموذج المقترح.

بواقي النموذج Residual

اول هذه الاجراءات هو فحص دالة الارتباط الذاتي (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) لبواقي النموذج المقترح (Residual) لتحديد العشوائية (Random) حيث يستخدم اختبار حدي الثقة والذي يشير الى ان قيمة معاملات الارتباط الذاتي (ACF) ومعاملات الارتباط الذاتي الجزئي (PACF) يجب ان يقع بين فترة الثقة واحتمالية (95%) وبموجب المعادلة الاتية^(9:12)

$$Pr \left\{ -1.96 \frac{1}{\sqrt{n}} \leq \hat{\rho}_k \leq .96 \frac{1}{\sqrt{n}} \right\} = 0.95$$

ويتضح من الشكل (3) ان اخطاء النموذج تمثل متغير عشوائي بسبب ان معاملات الارتباط الذاتي (ACF) ومعاملات الارتباط الذاتي الجزئي PACF تقع بأكملها داخل فترة الثقة (95%).



شكل (3)

معاملات الارتباط الذاتي (ACF) والارتباط الذاتي الجزئي (PACF) لبواقي نموذج ARIMA(0,0,2) لمعدلات الامطار في العراق

اما الاختبار الثاني يتمثل بالاختبار التسلسلي للبواقي او اختبار Ljung-Box (LBQ) وهو من الاختبارات الاكثر شيوعا لاختبار المعنوية الاحصائية (Significant) للارتباطات الذاتية (ACF) للبواقي ان الصيغة الرياضية لهذا الاختبار هي $(1,2,9,12,24)$.

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^L \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k}$$

حيث ان $Q \sim X^2_{(L;\alpha)}$

L : فترة الابطاء ، $\hat{\rho}_k^2$: مربع الارتباط الذاتي للبواقي . n : حجم العينة

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (الوكيميا) في محافظة البصرة

وتستخدم هذا الاحصائية لاختبار فرضية الترابط بين قيم معالم الارتباط الذاتي (ACF) للبواقي فاذا كانت فرضية العدم (Null Hypothesis) الاتية.

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_L = 0$$

معنوية فهذا معناه ان البواقي (Residual) عشوائية وتتوزع بشكل مستقل أي ان النموذج جيد وملتم وتكون الفرضية البديلة

$$H_1: \rho_1 \neq \rho_2 \neq \dots \neq \rho_L \neq 0$$

وقد تم احتساب قيمة إحصاءه (Q=LBQ=13.149) ومن مقارنة القيمة المحسوبة لاختبار مع قيمة (X²₍₁₅₎) الجدولية والبالغة (25.996) وبما ان (Q - stat. = LBQ < X²_(15,0.05)) أي اننا نقبل فرضية العدم أي ان العينة مستقلة (Independent) والبواقي تتوزع بشكل عشوائي ومستقل.

ولاختبار التوزيع الطبيعي (Normal Distribution) للبواقي تم استخدام البرنامج الاحصائي Eviews.17 حيث يتضمن هذا البرنامج على ثلاثة اختبارات (Cramer-Von Mises) واختبار (Waston) واختبار (Anderson-Darling) لأجراء اختبار حسن المطابقة و تشير نتائج الجدول (4) الى قيم اختبارات حسن المطابقة للتوزيع الطبيعي ومن هذه النتائج يتضح ان البواقي للنموذج ARIMA(0,0,2) تتوزع توزيع طبيعي لكون القيمة الاحتمالية (Probability) لكل اختبار اكبر من مستوى المعنوية (0.05,0.01) وبذلك تقبل فرضية التوزيع الطبيعي للبيانات.

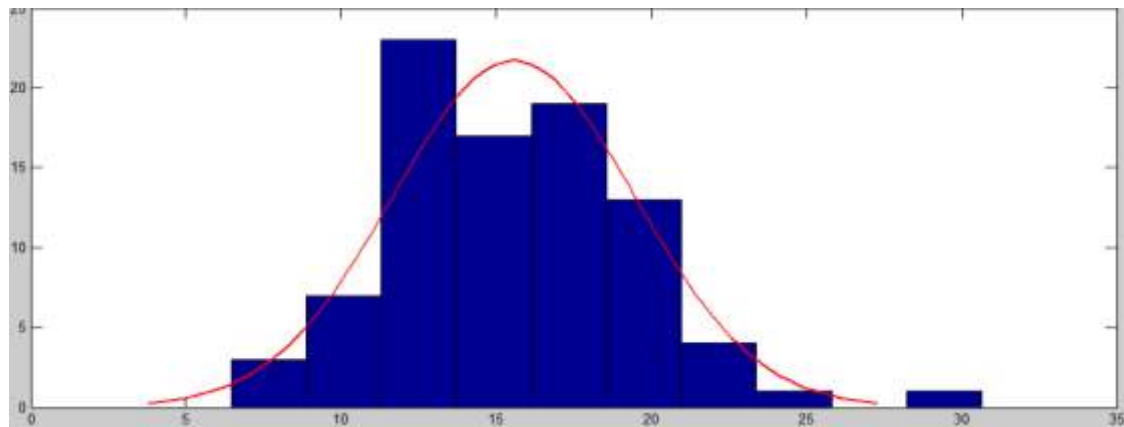
جدول (4)

اختبارات حسن المطابقة (Goodness of Fit) لبواقي نموذج ARIMA(0,0,2)

Criteria	Value	Adj. Value	Probability
Cramer-von Mises (W2)	0.099212	1.206025	0.481
Watson (U2)	0.018699	1.024487	0.251
Anderson-Darling (A2)	0.061984	6.92246	0.391

المصدر: الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Eviews. v17)

كما يمثل الشكل (4) المدرج التكراري (Histogram) والمنحنى الطبيعي لبواقي نموذج ARIMA(0,0,2) لمعدلات الامطار في العراق ونلاحظ ان المدرج التكراري وحيد القمة وانه يمثل الشكل التوزيع الطبيعي.



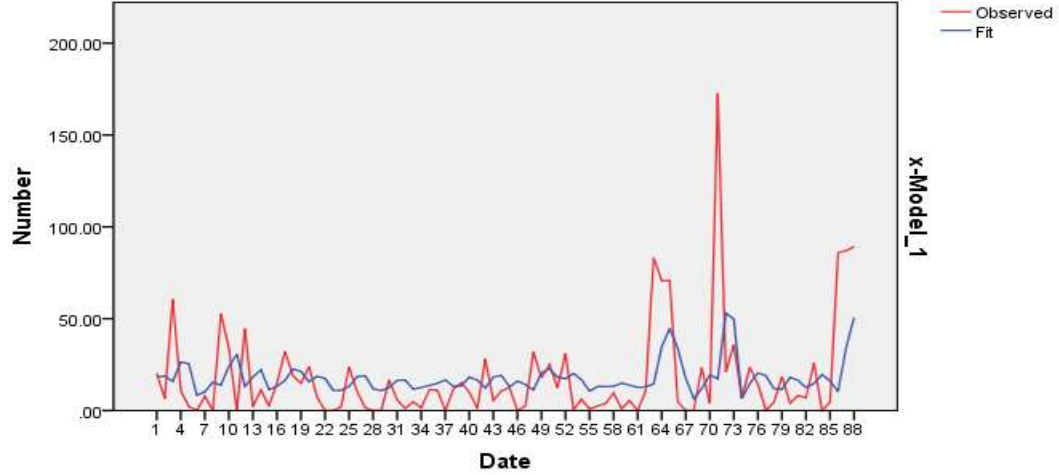
الشكل (4) :

المدرج التكراري (Histogram) والمنحنى الطبيعي لبواقي نموذج ARIMA(0,0,2) لمعدل الامطار في العراق

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (اللوكيميا) في محافظة البصرة

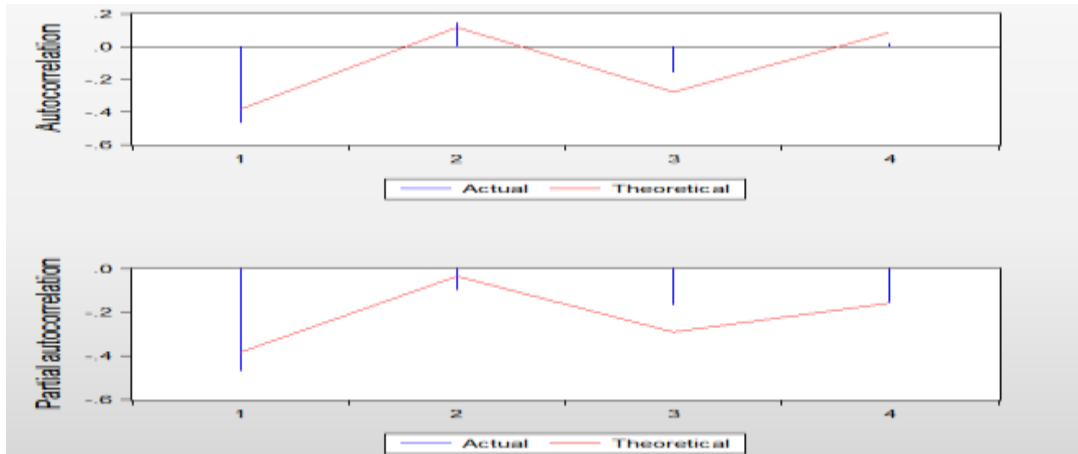
التنبؤ Prediction

يمثل الشكل (5) البيانات الحقيقية للسلسلة الزمنية لمعدلات الامطار والبيانات المقدرة $ARIMA(0,0,2)$ حيث نلاحظ ان هنالك تقارب في شكل السلسلة للبيانات الحقيقية والبيانات المقدرة من النموذج.



شكل (5)المشاهدات الحقيقية (Actual Data) والمشاهدات التقديرية (Theoretical Data) لمعدلات الامطار في العراق للفترة (2006-2016) .

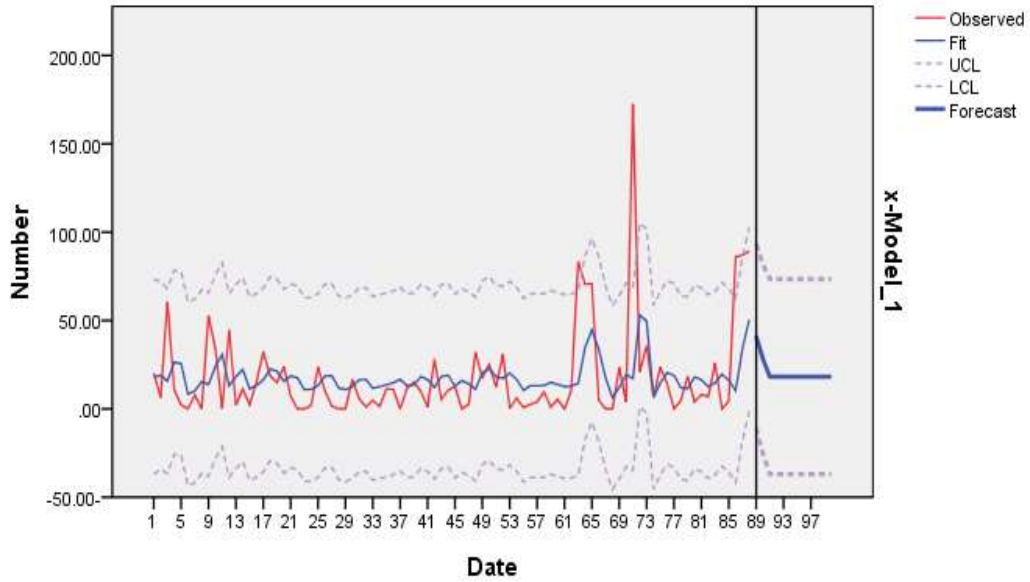
كما يوضح الشكل (6) معاملات الارتباطات الذاتي (ACF) ومعاملات الارتباطات الذاتية الجزئية (PACF) لمشاهدات السلسلة الزمنية الحقيقية (Actual) والقيم التقديرية (Theoretical) للنموذج المقترح لمعدلات الامطار ومن الشكل نجد ان هنالك تقارب بين قيمة معاملات الارتباطات الذاتية (ACF) للمشاهدات الحقيقية (Actual Data) والقيمة التقديرية (Theoretical Data) ومعاملات الارتباطات الذاتية الجزئية (PACF) للمشاهدات الحقيقية (Actual Data) والقيم التقديرية (Theoretical Data)



شكل (6):معاملات الارتباط الذاتي ACF ومعاملات الارتباط الذاتي الجزئي PACF للقيمة الحقيقية والقيمة التقديرية للسلسلة الزمنية لمعدلات الامطار في العراق

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (الوكيميا) في محافظة البصرة

والشكل (7) يشير الى القيم الحقيقية (Actual Data) والقيم التقديرية (Protection) والقيم التنبؤية (Forecasting) للسنوات العشرة القادمة ويوضح الشكل عملية سير المشاهدات كما يوضح الشكل الحد الاعلى والادنى للقيم



شكل (7): القيم الحقيقية والقيم التقديرية والقيم التنبؤية لمشاهدات سلسلة معدلات الامطار في العراق

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (اللوكيميا) في محافظة البصرة

الاستنتاجات

من خلال الجانب التطبيقي للدراسة تم التوصل الى الاستنتاجات الآتية.

1- ان الشكل (1) يوضح بان السلسلة الزمنية لمعدلات تساقط الامطار ولفتره (2006-2016) هي سلسلة زمنية غير موسمية وانها سلسلة زمنية مستقرة (weakly stationary). اي انها لا تتأثر بالزمن وانها ثابتة في المتوسط (Mean) والتباين (Variance). كما اشارت نتائج اختبار جذر الوحدة بان جذور السلسلة الزمنية تقع خارج الدائرة التي نصف قطرها الواحد الصحيح.

2- ان نموذج ARIMA(0,0,2) او النموذج ARMA(0,2) او النموذج MA(2) هو النموذج الملائم لمعدلات الامطار في العراق .

3- من الاختبارات والاشكال البيانية لبواقي نموذج ARIMA(0,0,2) لمعدلات الامطار في العراق وجد انها تتصف بالعشوائية ولها التوزيع الطبيعي , كما توضح الاشكال (5-8) ان هنالك تقارب بين المشاهدات الحقيقية لمعدلات الامطار والقيمة التقديرية الناتجة من الانموذج المقترح

التوصيات :

من خلال الاستنتاجات التي تم التوصل اليها:

1- اجراء دراسات مماثلة تجرى بكل محافظة بصورة مستقلة وذلك بسبب الفروق في كميات تساقط الامطار من محافظة الى اخرى.

2- تطبيق الاساليب الاحصائية والعلمية الاخرى للتنبؤ بكمية الامطار وذلك بسبب اهمية مثل هذه الدراسات في التخطيط للتنمية الزراعية والاقتصادية.

3- الاخذ بنتائج هذه الدراسة من قبل الجهات ذات العلاقة لما اعتمده من اسلوب علمي ومنهجي للحصول على النتائج وبشكل دقيق وبالاعتماد على مجمعة من البرامج الاحصائية.

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (الوكيميا) في محافظة البصرة

المصادر العربية :

- 1- احمد، ابو ذر يوسف على عادل موسى يونس (2013) " استخدام السلاسل الزمنية للتنبؤ بإنتاجه الصمغ العربي في سوق محاصيل الابيض للفترة (2012-1960) " مجلة البحث العلمي للعلوم والآداب، العدد الخامس عشر .
- 2- بري ،عدنان ماجد عبد الرحمن(2002)" طرق التنبؤ الإحصائي" جامعة الملك سعود،
- 3- الجبوري ، عبيد حسن علي (2010) " التنبؤ بأسعار النفط العراقي للعام 2010 باستخدام السلاسل الزمنية" مجلة جامعة بابل ، العلوم الانسانية ، المجلد (18) ، العدد (1).
- 4- رشاد، ندوى خزعل (2011) "استخدام اختبار كرانجر في تحليل السلاسل الزمنية المستقرة" المجلة العراقية للعلوم الاحصائية ، المجلد (19) .
- 5- السوداني، هبة فاضل حربي (2014) "دراسة نظرية وتجريبية لنماذج السلاسل الزمنية المختلطة المتكاملة كسريا ARFIMA " اطروحة ماجستير غير منشورة، جامعة المستنصرية، كلية الادارة والاقتصاد ، قسم الاحصاء.
- 6- شومان، عبد اللطيف حسن ،علي عبد الزهره حسن (2013) " تحليل العلاقة التوازنية طويلة الاجل باستعمال اختبار جذر الوحدة واسلوب دمج النماذج المرتبطا ذاتيا ونموذج توزيع الابطاء(ARDL)" مجلة العلوم الاقتصادية، المجلد (9)، العدد (34) .
- 7- الطائي ، فاضل عباس (2010) " التنبؤ والتمهيد للسلاسل الزمنية باستخدام التحويلات مع التطبيق" المجلة العراقية للعلوم الاحصائية، المجلد (17)
- 8- عبد الحافظ ،علي سيف الدين (2006) " تحليل السلاسل الزمنية لبعض انواع مرض السرطان في العراق" اطروحة ماجستير غير منشورة، جامعة المستنصرية، كلية الادارة والاقتصاد ، قسم الاحصاء.
- 9- عبد المحمدي، ناظم عبد الله ،سعدية عبد الكريم طعمة "استخدام نماذج السلاسل الزمنية الموسمية باستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الفلوجة (2011)" مجلة جمعة الانبار للعلوم الاقتصادية والادارية ، مجلد 4، العدد 7.
- 10- علي، وسام حسين (2013) " اثر التضخم على سوق العراق للاوراق المالية للمدة (2005-2011) باستخدام نموذج متجه تصحيح الاخطاء(VCEM) "مجلة جامعة الانبار للعلوم الاقتصادية والاداري، المجلد،5 ، العدد ،10.
- 11- كنيهر، عباس لفته (2012)" بناء أنموذج سلاسل زمنية للتنبؤ بأعداد أمراض المراجعين لمستشفى الزهراء في محافظة واسط" مجلة الكوت للعلوم الاقتصادية والادارية، العدد 6،
- 12- محمد ، بدوي عثمان (2013)"تطبيقات نماذج بوكس جينكز السنوية في التنبؤ دراسة حالة: الجرائم المبلغة في السودان للفترة (1989-2012)م " - مجلة كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة أم درمان الاسلامية

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (اللويميا) في محافظة البصرة

13- محمود ، اسيل سمير محمد (2005) "مقارنة بين طرق تحليل وتنبؤ السلاسل الزمنية وتطبيقاتها على مبيعات الشركة العامة لتوزيع كهرباء بغداد" رسالة دكتوراه غير منشورة ، جامعة بغداد ، كلية الادارة والاقتصاد ، قسم الاحصاء.

14- مطر ، ظافر رمضان ، نجلاء خالد (2011) "دراسة مقارنة عدد من معايير المعلومات في اختبار نماذج السلاسل الزمنية من الرتب الدنيا" المجلة العراقية للعلوم الاحصائية ، المجلد (19) .

15- ناصر ، علي (2015) "ايجاد الخوارزمية الكفوة في تقدير معلمات توزيع ويبيل المختلط: تطبيق على سرعة الرياح في العراق" رسالة دكتوراه غير منشورة ، جامعة بغداد ، كلية الادارة والاقتصاد ، قسم الاحصاء.

16- نزار ، عثمان ، منذر العواد (2011) " منهجية Box-Jenkins في تحليل السلاسل الزمنية والتنبؤ دراسة تطبيقية على اعداد تلاميذ الصف الاول من التعليم الاساس في سورية" مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والقانونية ، المجلد 27، العدد الثالث.

المصادر الانكليزية:

- 17- Chonge ,Metrine , Kennedy Nyongesa (2015)" **A Time Series Model of Rainfall Pattern of Uasin Gishu County**" Journal of Mathematics, Vo. 11, No. 5,pp.84-77
- 18- Damodar N. Gujarati, (2004) " **Basic Econometrics** " , fourth edition , McGraw-Hill , companies
- 19- Dickey,D.A & Wanye A.Fuller (1981)" **Likelihood Ratio Statistics For Autoregressive Time Series With A Unit Root**" Econometrical,Vol.49.No.4.
- 20- Douglas C. Montgomery(2007)" **Introduction to Time Series Analysis and Forecasting**" John Wiley & Sons.
- 21- Kirchgässner , G. & Jürgen Wolters(2007)" **Introduction to Modern Time Series Analysis**" Springer.
- 22- Ljung,G.M. & Box,G.E.P(1978)" **On a Measure Of Lack Of Fit In Time Series Model**"Biometrika,Vol.62.No.2,pp.267-303.
- 23- Maddala ,G. S. & In-Moo Kim(2007)" **Unit Roots Counteraction And Structural Change**" six edition, Cambridge University Press
- 24- Ruey s. Tsay (2005)" **Analysis of Financial Time Series**" Second Edition, A John Wiley & Sons, INC., PUBLICATION,Chicago.

تحليل النماذج العشوائية للسلاسل الزمنية غير المستقرة لمرض سرطان الدم (اللوكيميا) في محافظة البصرة

الملحق:

جدول (1): لمعدلات تساقط الامطار في العراق وللمدة 2016-2006

n	series01	x	n	series01	x
1	2006-01	20.4	45	2011-05	12.6
2	2006-02	6.4	46	2011-10	0.001
3	2006-03	60.6	47	2011-11	2.5
4	2006-04	10.8	48	2011-12	32
5	2006-05	2.2	49	2012-01	17.8
6	2006-10	0.001	50	2012-02	25.1
7	2006-11	7.8	51	2012-03	12.4
8	2006-12	0.001	52	2012-04	31
9	2007-01	52.7	53	2012-05	0.3
10	2007-02	34.1	54	2012-10	6.1
11	2007-03	0.001	55	2012-11	0.8
12	2007-04	44.6	56	2012-12	2.5
13	2007-05	2.2	57	2013-01	3.9
14	2007-10	11.2	58	2013-02	9.6
15	2007-11	2.4	59	2013-03	1
16	2007-12	15.1	60	2013-04	5.4
17	2008-01	32.2	61	2013-05	0.001
18	2008-02	18.8	62	2013-10	10.7
19	2008-03	14.9	63	2013-11	83.2
20	2008-04	24	64	2013-12	70.6
21	2008-05	7.3	65	2014-01	70.8
22	2008-10	0.001	66	2014-02	4.9
23	2008-11	0	67	2014-03	0.001
24	2008-12	2	68	2014-04	0.001
25	2009-01	23.703	69	2014-05	23.4
26	2009-02	10.304	70	2014-10	4
27	2009-03	1.602	71	2014-11	172.7
28	2009-04	0.001	72	2014-12	20.9
29	2009-05	0.001	73	2015-01	35.8
30	2009-10	16.6	74	2015-02	6.8
31	2009-11	5.8	75	2015-03	23.6
32	2009-12	1.1	76	2015-04	14.3
33	2010-01	4.8	77	2015-05	0.001
34	2010-02	1.401	78	2015-10	4.6
35	2010-03	11.404	79	2015-11	18.5
36	2010-04	11.104	80	2015-12	3.9
37	2010-05	0.001	81	2016-01	8.2
38	2010-10	11.6	82	2016-02	6.9
39	2010-11	15.106	83	2016-03	26.1
40	2010-12	10	84	2016-04	0
41	2011-01	1.1	85	2016-05	4.5
42	2011-02	28.1	86	2016-10	86
43	2011-03	5.5	87	2016-11	87
44	2011-04	10.7	88	2016-12	89.2