

طريقة مقترحة لتحديد النماذج الكفوءة للسلاسل الزمنية

عبيد محمود محسن الزويبي و محمد سمير التكريتي

الجامعة السورية الدولية الخاصة للعلوم والتكنولوجيا - دمشق - سورية

تاريخ الإيداع 2012/02/26

قبل للنشر في 2012/05/28

الملخص

بعد تحليل السلاسل الزمنية من الموضوعات الإحصائية المهمة في دراسة سلوك الظواهر عبر حقب زمنية محددة لتحقيق أهداف معينة. ولغرض تحديد النموذج الصحيح الكفوء ليمثل سلسلة زمنية مستقرة، نجرى خطوات متسلسلة متعارفاً عليها تمثل مراحل تحليل السلاسل الزمنية:
أولاً: مرحلة تشخيص النموذج لمعرفة نوع النموذج هل كان:

a. Autoregressive model AR (p) .b. Moving Average model MA(q)

c. Autoregressive-Moving Average model ARMA (p,q)

وذلك من خلال ملاحظة سلوك دالة الارتباط الذاتي للأخطاء Autocorrelation Function (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي للأخطاء Partial Autocorrelation Function (PACF) ولتحديد رتبة النموذج (p & q) يتم من خلال تطبيق معايير اختيار الرتبة.

ثانياً: مرحلة تقدير معاملات النموذج ثالثاً: مرحلة الفحص والتدقيق

يفحص دوال الارتباط الذاتي ودوال الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة الأخطاء المقدره White-noise $\{\hat{\epsilon}_t\}$ فيما إذا كانت غير معنوية ليكون بعدها النموذج كفوءاً لاستخدامه في التنبؤ.

الطريقة المقترحة

ألية جديدة لاختيار النموذج الصحيح والكفوء إذ نأخذ النموذج ARMA (p,q) لأي سلسلة زمنية مستقرة (السلسلة غير المستقرة تحول إلى سلسلة مستقرة) يراد بناء نموذج لها، وتعطى القيم المحتملة كلها لكل من p & q وهي 2,1,0، وفي كل مرة نختبر الارتباطات الذاتية ACF والارتباطات الذاتية الجزئية PACF لسلسلة الأخطاء المقدره $\{\hat{\epsilon}_t\}$ ، وأن النموذج الصحيح والكفوء هو الذي يحقق إحدى المتباينتين (7) و(9) أو كليهما. جرى التطبيق العملي على أربع عشرة سلسلة تمثل كميات الأمطار الهاطلة على منطقتي درنة وشحات في ليبيا خلال الأشهر التي تهطل فيها الأمطار لسلسلة طولها 58 سنة. وتوصل البحث إلى الاستنتاجات والتوصية الآتية:

1- في كثير من الحالات في مراحل تحليل السلاسل الزمنية لا يمكن معرفة نوع النموذج من خلال سلوك ACF و PACF، وبذلك تصبح مرحلة التشخيص غير ذات جدوى، أما الطريقة المقترحة فإنها تتجاوز هذا الإشكال.

2- تسمح الطريقة المقترحة بإعطاء بدائل عديدة من النماذج لاختيار الأحسن من خلال تطبيق التباديل الممكنة كلها للنماذج ومقارنة الميزات التي تحقق النموذج الأحسن.

3- تختصر الطريقة المقترحة كثيراً من الجهد والزمن للوصول إلى النموذج الصحيح والكفوء بيسر ويتقنية سهلة التداول والتعلم.

4- يوصي الباحث بتطبيق الطريقة المقترحة وخاصة في المجال التعليمي إلى جانب الطريقة المعتادة؛ لأنها سهلة الفهم والتعلم والتطبيق.

الكلمات المفتاحية:

ARIMA(p,d,q), ARMA(p,q), ACF, PACF, Autoregressive model AR (p), Moving Average model MA(q), Autoregressive-Moving Average model ARMA(p,q).

A New Suggested Technique to Determine the Best Models for Time Series

O. M. M. Alzawbaee and M. S. Al-Takriti

Syrian International Private University for Science and Technology, Damascus, Syria

Received 26/02/2012

Accepted 28/05/2012

ABSTRACT

The analysis of time series data is one of the most important statistical topics, usually focuses on forecasting the future behavior of the series at a certain time for certain purposes. In general, there are sequence analysis steps which should be considered in a stationary time series to determine and provide a good statistical forecasting model, these steps are as follows:

1- Identification: Model selection

According to the behavior studies of Autocorrelation Function (ACF) and Partial Autocorrelation Function (PACF) for errors we could identify one of the following three types of time series forecasting models:

- Autoregressive model AR (p)
- Moving Average model MA(q)
- Autoregressive-Moving Average model ARMA(p,q)

Models fall under the heading of ARIMA models, and by using order selection criteria, then we could identify and determine the model's order p,q.

2- Estimation: Model parameters estimation

3- Diagnostic Checking

4- Forecasting

A New Suggested Technique to Determine the Best Models:

For any stationary time series, we take the ARMA(p,q) models with all its possible orders; 0, 1, and 2 for (p,q). And for each model we check (ACF) and (PACF) for its series of estimated errors $\{\hat{a}_i\}$, then the model which will satisfy the equation (7) either (9) or both is chosen to be the best model. This new suggested technique has been applied on actual 14 series data (Non-stationary series has been transferred to stationary series) which represents the raining quantities fallen on Darnah and Shahat zones in Libya within raining months for 58 years.

Research is attained to several conclusions and recommendations:

1. In many cases of time series analysis, no one could be able to know the model's type through the behavior studies of (ACF) and (PACF), then the identification step is useless. Our new suggested technique comes over this fatigued step.
2. This new suggested technique focuses on all possible alternatives of ARMA(p,q) models. The model which has ACF and PACF of $\{\hat{a}_i\}$ non-significant with smallest AIC, BIC, ASBC, and SBC is chosen to be the best model.
3. This new suggested technique is very simple technique and saves a lot of efforts and time to reach the best model.
4. Since this new suggested technique is easy to recognize and understand, we strongly recommend to apply this new technique especially in education fields beside the ordinary time series analysis.

Key words: ARIMA(p,d,q), ARMA(p,q), ACF, PACF, Autoregressive model AR (p), Moving Average model MA(q) Autoregressive-Moving Average model ARMA(p,q).

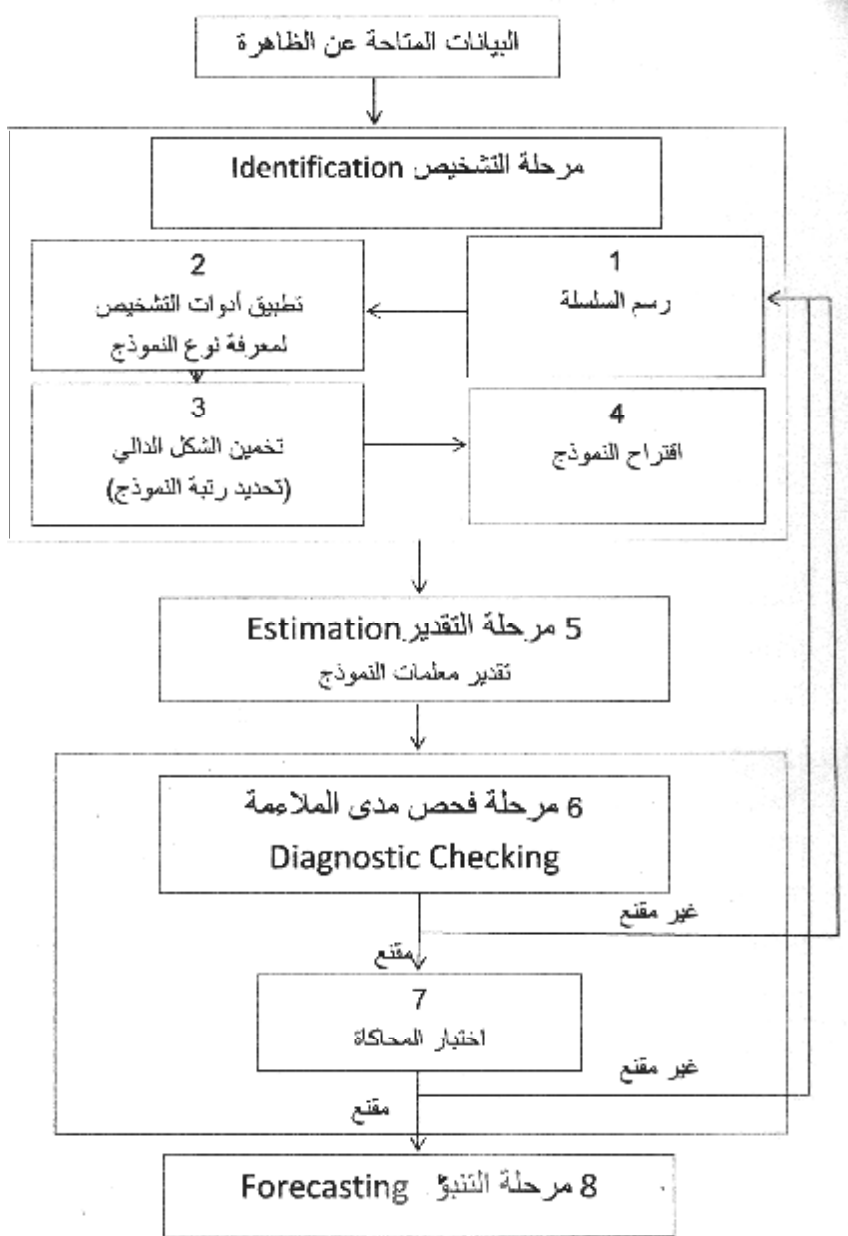
1-0 مقدمة { [1],[14] }

بعد موضوع تحليل السلاسل الزمنية من الموضوعات الإحصائية المهمة التي تتناول دراسة سلوك الظواهر وتفسرها عبر فترات محددة من الزمن. ويمكن إجمال أهداف تحليل السلاسل الزمنية بالحصول على وصف دقيق للملامح الخاصة للعملية التي تتولد منها السلسلة الزمنية، وبناء نموذج لتفسير سلوك السلسلة الزمنية واستخدام النتائج للتنبؤ بسلوك السلسلة في المستقبل، فضلاً عن التحكم في العملية التي تتولد منها السلسلة الزمنية بفحص ما يمكن حدوثه عند تغيير بعض معاملات النموذج، ولتحقيق ذلك يتطلب الأمر دراسة تحليلية وافية لنماذج السلاسل الزمنية بالاعتماد على الأساليب الإحصائية والرياضية.

يتناول بحثنا هذا عرضاً لطريقة مقترحة لتحديد النموذج الأكفأ والأحسن من بين مجموعة من النماذج الممكنة، وهي تختصر بعض مراحل تحليل السلاسل الزمنية فضلاً عن أنها توفر للباحث جانباً كبيراً من الاطمئنان للنموذج المختار، ومقارنة بالطريقة الاعتيادية أثبتت دقة نتائجها.

1-1 تحليل السلاسل الزمنية Time Series Analysis { [1],[6],[8] }

يتكون تحليل السلاسل الزمنية من مراحل متتابعة، تبدأ بمرحلة التشخيص للنموذج، تليها مرحلة تقدير معاملات النموذج، ثم مرحلة فحص مدى ملاءمة النموذج، وأخيراً مرحلة التنبؤ (كما في المخطط المناسب). تتألف السلسلة الزمنية من مجموعة من المشاهدات الخاصة بظاهرة معينة خلال فترات متعاقبة من الزمن وبحدود متتابعة. وتكون السلسلة الزمنية $\{y_t\}$ على نوعين؛ متصلّة Continuous أو منفصلة Discrete وذلك بحسب ما تأخذه قيم t الممثلة للزمن، ويمكن أن تكون مستقرة Stationary إذا كانت الخصائص الاحتمالية لا تتأثر بالزمن أو غير مستقرة Non-stationary. ونموذج السلسلة الزمنية Time Series Model هو الدالة التي تربط قيم السلسلة الزمنية بالقيم السابقة لها وأخطائها. إن إحدى طرائق تحليل السلاسل الزمنية تجري من خلال تمثيلها بنموذج خطي عام هو النموذج المختلط Mixed Model، إذ إن كثيراً من السلاسل الزمنية لا يمكن تمثيلها بنموذج انحدار ذاتي (AR) Autoregressive Model فقط، أو نموذج وسط متحرك (MA) Moving Average فقط، لأنه غالباً ما يكون للسلسلة خواص كلا النموذجين؛ وبذلك تتمثل بنموذج مختلط (انحدار ذاتي - وسط متحرك) Autoregressive Moving Average Model (ARMA) ويكتب اختصاراً $ARMA(p,q)$ حيث p تمثل رتبة الانحدار الذاتي، و q تمثل رتبة الوسط المتحرك.



المخطط المناسب لآلية مراحل تحليل السلاسل الزمنية

السلسلة الزمنية* { y_t } المستقرة تكون بصيغة ARMA(p,q):

$$\phi(B) y_t = \theta(B) a_t \quad \dots\dots\dots (1)$$

Where

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$$

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

$$B^j a_t = a_{t-j}$$

{ a_t } هي سلسلة الأخطاء العشوائية وتسمى التشويش الأبيض White-noise والنماذج AR(p), MA(q) يمكن عدّها حالات خاصة من النموذج ARMA(p,q) من الناحية الرياضية.

1-2-1-2 التشخيص Identification { [1],[12],[13],[14] }

تعدّ مرحلة التشخيص مرحلة مهمة في تحليل السلاسل الزمنية، وتشمل معرفة النموذج وتحديد الرتبة للنموذج المحدد، وتطبيق العديد من الإجراءات لمعرفة نوع النموذج وتحديد رتبته.

1-1-2-1 معرفة النموذج

بعد رسم السلسلة تعالج عدم استقرارية السلسلة الزمنية في وسطها الحسابي (أي يوجد اتجاه عام) بأخذ الفروق $(1-B)^d y_t$ حيث $d > 0$ (وغالباً ما تكون $d = 0, 1, 2$)، وإذا كانت السلسلة الزمنية غير مستقرة في تباينها تعالج باستخدام معلمة التحويل المناسب لقيم السلسلة (إما التحويل اللوغاريتمي الطبيعي، أو الجذر التربيعي، ...). وبعد استقرارية السلسلة نحسب ونفحص دالة الارتباط الذاتي للأخطاء Autocorrelation Function (ACF) ودالة الارتباط الذاتي الجزئي للأخطاء Partial Autocorrelation Function (PACF) للعينات لتشخيص النموذج، وتوجد ثنائية مابين النماذج AR(p) أو ARMA(p,0) ونماذج ARMA(0,q) أو MA(q) وفقاً للدالتين أعلاه. وتزداد المشكلة تعقيداً في حالة النماذج المختلطة ARMA(p,q)، لأن الاعتماد على ACF, PACF لتشخيص النموذج وتحديد رتبته أي معرفة قيمتي p & q لا يكون فاعلاً (وخاصة في تحديد الرتبة)، لأن الدوال أعلاه في هذه الحالة تسلك سلوكاً متشابهاً وهو سلوك التناقص التدريجي. والجدول الآتي رقم (1) يوضح وصف لسلوك ACF, PACF للنماذج AR(p) و MA(q) و ARMA(p,q).

الجدول (1) تشخيص رتبة النماذج وتحديد لها وفقاً لسلوك PACF, ACF للسلسلة الزمنية المستقرة

النموذج	ACF	PACF
ARMA(1,0) Or AR(1)	تتناقص تدريجياً بشكل أسي من جهة الموجب عندما $\phi_1 > 0$ ، ومن جهة السالب عندما $\phi_1 < 0$ ، أو تأخذ موجات الجيب المتضائلة.	القطع إلى الصفر بعد الإزاحة 1، يثبت موجياً إذا كانت $\phi_1 > 0$ ، وسالباً إذا كانت $\phi_1 < 0$
ARMA(0,1) Or MA(1)	القطع إلى الصفر بعد الإزاحة 1، يثبت موجياً إذا كانت $\theta_1 > 0$ ، وسالباً إذا كانت $\theta_1 < 0$	تتناقص تدريجياً بشكل أسي من جهة الموجب عندما $\theta_1 > 0$ ، ومن جهة السالب عندما $\theta_1 < 0$ ، أو تأخذ موجات الجيب المتضائلة.
ARMA(p,q)	تتناقص تدريجياً بشكل أسي	تتناقص تدريجياً بشكل أسي

2-1-2 معايير اختيار رتبة النموذج Model order selection criteria

هناك نماذج مختلفة الدقة يمكن أن توفق في تحليل السلاسل الزمنية لتوضيح مجموعة من البيانات المعطاة، ولا يكون اختيار النموذج الأحسن سهلاً في كثير من الحالات، وقد وضعت عدة معايير لمقارنة النماذج في عملية اختيار رتبة النموذج. وتتأى أهمية اختيار رتبة النموذج من كون اختيار رتبة أدنى من الرتبة الفعلية للنموذج يؤدي إلى عدم اتساق Inconsistent معلمات النموذج، في حين يؤدي اختيار رتبة أعلى من الرتبة الفعلية للنموذج إلى زيادة تباين النموذج؛ وهذا يؤدي إلى فقدان الدقة بسبب الزيادة في عدد معلمات النموذج المختار. تستند معايير اختيار الرتبة إلى إحصاءات البواقي Residuals الناتجة من مطابقة النموذج غير المتحيز Unbiased. هناك عدة معايير لاختيار رتبة النموذج ، أحدها مقترح من قبل الباحث:

1- معيار معلومة بيزيان Bayesian Information Criterion (BIC)

$$BIC = n \ln \hat{\sigma}_a^2 - (n - M) \ln \left(1 - \frac{M}{n}\right) + M \ln(n) + M \ln \left[\frac{\left(\frac{\hat{\sigma}_y^2}{\hat{\sigma}_a^2} - 1\right)}{M} \right] \dots (2)$$

حيث: P رتبة النموذج، n عدد المشاهدات، M عدد المعلمات، $\hat{\sigma}_y^2$ مقدر تباين السلسلة،

$$\hat{\sigma}_a^2 = \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2 / (n - p) \dots (3)$$

وتختار الرتبة p المقابلة لأقل قيمة لـ BIC.

2- معيار معلومة أكيكي Akaike Information Criterion

وصيغته:

$$AIC(M) = n \ln \hat{\sigma}_a^2 + 2M \dots (4)$$

$$\text{Or, } AIC(p, q) = \ln \hat{\sigma}_a^2 + 2(p + q)/n \dots (5)$$

حيث: $M=p+q$ وأن p, q رتبة النموذج، n عدد المشاهدات، $\hat{\sigma}_a^2$ مقدر تباين الخطأ، وتُختار الرتبة المقابلة لأقل قيمة لـ AIC.

3- معيار مقترح (ASBC) Suggestion Criterion

$$ASBC(p, q) = \ln \hat{\sigma}_a^2 + \frac{M}{2n} (2 + \ln n) \dots (6) \quad \text{وصيغته}$$

حيث: $M=p+q$ ، n عدد المشاهدات، $\hat{\sigma}_a^2$ مقدر تباين الخطأ، وتُختار الرتبة لأقل ASBC.

1-3 التقدير Estimation { [2],[4],[5],[10] }

بعد معرفة نوع النموذج فيما إذا كان $AR(p)$ أو $MA(q)$ أو $ARMA(p,q)$ وتحديد رتبته أي معرفة قيمة p أو q أو كليهما، تجري عملية تقدير معاملات النموذج بإحدى طرائق التقدير.

1-4 فحص مدى الملاءمة Diagnostic Checking { [3],[9],[12],[13] }

بعد تقدير معاملات النموذج الذي شُخص تجرى عملية الفحص، ويجري ذلك من خلال مجموعة من الاختبارات وجميعها تتفق بالهدف وهو اختبار دالة الارتباطات الذاتية ACF لسلسلة الأخطاء المقدرة $\{\hat{a}_t\}$ ، أو دالة الارتباطات الذاتية الجزئية PACF لسلسلة الأخطاء المقدرة، ومعرفة هل هي غير معنوية White-noise والذي يعني أن النموذج كفء ويمكن اعتماده في التنبؤ.

1-5 التنبؤ Forecasting { [1],[2],[7],[11],[14] }

بعد مرحلة فحص النموذج يُستخدم في التنبؤ الذي يكون عادة إما التنبؤ بقيمة أو بفترة زمنية.

1-6 طريقة مقترحة لتحديد النموذج الصحيح

A New Suggested Technique to Determine the Best Model

إن الوصول إلى نموذج يمثل السلسلة الزمنية المدروسة بشكل صحيح وكفء يعني أن تكون سلسلة الأخطاء المقدرة $\{\hat{a}_t\}$ تشويشاً أبيض White-noise، واعتماداً على ذلك يرى الباحث أنه يمكن تطبيق آلية (تقنية) جديدة للوصول إلى النموذج الصحيح والكفؤ بالاعتماد على حقيقة كون الأخطاء المقدرة $\{\hat{a}_t\}$ تشويشاً أبيض White-noise دون المرور بمرحلة التشخيص؛ وذلك لأن كثيراً من الحالات في تحليل السلاسل الزمنية لا يمكن معرفة نوع النموذج من خلال سلوك ACF، PASF، وبذلك تصبح مرحلة التشخيص غير ذات جدوى، هذا فضلاً عما تسمح به هذه الطريقة المقترحة بإعطاء بدائل عديدة من النماذج لاختيار النموذج الأحسن من خلال أخذ الترتيب الممكنة كلها للنماذج

ومقارنة الميزات التي تحقق النموذج الأحسن. تُطبق هذه الطريقة بإجراء الاختبار على دالة الارتباط الذاتي للأخطاء المقدرَة

Autocorrelation Function for Whit-noise أو دالة الارتباط الذاتي الجزئي للأخطاء المقدرَة Partial Autocorrelation Function for White-noise (أو لكليهما) التي سنرمز لهما اختصاراً على التوالي (ACFWN), (PACFWN). وبتطبيق الترتيب الممكنة كلها للنموذج ARMA(p,q) من خلال إعطاء p, q على الترتيب القيم 0,1,2 للسلسلة الزمنية المستقرة $\{y_t\}$ نحصل على $N^n = 3^2 = 9$ نموذج ممكن طرح منهم النموذج ARMA(0,0) فيكون لدينا 8 نماذج كما يأتي:

ARMA (p,q): (0,1) (0,2) (1,0) (1,1) (1,2) (2,0) (2,1) (2,2)

وفي كل مرة نختبر إحدى العلاقتين الآتيتين أو كليهما:

$$-2S[\rho_T(\hat{a}_t)] < \rho_T(\hat{a}_t) < 2S[\rho_T(\hat{a}_t)] \dots\dots\dots(7)$$

$S[\rho_T(\hat{a}_t)]$ هو الانحراف المعياري لارتباطات الأخطاء المقدرَة (الانحراف المعياري لـ ACF للأخطاء المقدرَة) وبحسب كما يأتي:

$$s[\rho_T(\hat{a}_t)] = \sqrt{\frac{1}{n}[1 + 2\rho_1^2(\hat{a}_t) + \dots + 2\rho_{T-1}^2(\hat{a}_t)]} \dots (8)$$

دالة الارتباط الذاتي ACF لسلسلة الأخطاء المقدرَة $\{\hat{a}_t\}$ وهي (ACFWN).

$$\frac{-2}{\sqrt{n}} < \pi(\hat{a}_t) < \frac{2}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (9)$$

دالة الارتباط الذاتي الجزئي PACF لسلسلة الأخطاء المقدرَة $\{\hat{a}_t\}$ وهي (PACFWN).

وفي كل مرة (لكل نموذج من النماذج الموقفة) يجري اختبار المتباينة (7) أو (9) أعلاه أو كليهما، ونتوقف عندما تكون صحيحة، إذ إن النموذج الذي يحقق صحة المتباينة يكون هو النموذج الصحيح والكفاء وهو النموذج الأحسن بين النماذج ويعتمد لأغراض التنبؤ.

1-7 الجانب التطبيقي Applied section [15]

1-1-7 بيانات البحث

طُبّق على بيانات حقيقية لـ 14 سلسلة زمنية طول كل منها 58 سنة 1951 - 2008 لكميات هطول الأمطار على منطقتي درنة "D" وشحات "S" في ليبيا للأشهر المطرية:

كانون الثاني Jan، وشباط Feb، وآذار Mar، وتشرين الأول Oct، وتشرين الثاني Nov، وكانون الأول Dec، وإجمالي السنة Total.

2-1-7 التحليل الإحصائي

جرى التحليل الإحصائي للسلاسل الزمنية بالطريقة الاعتيادية تليها الطريقة المقترحة مبتدئين بفحص الاستقرار Stationary لكل سلسلة (14 سلسلة، كل منطقة 7 سلاسل) وقد اتضح الآتي:

1-2-1-7 منطقة درنة "D"

من خلال الرسم البياني للسلاسل الزمنية لكميات الأمطار الهائلة وإيجاد قيم معاملات الارتباط الذاتي (ACF) والارتباط الذاتي الجزئي (PACF) تبين ما يأتي:

- السلاسل المستقرة هي خمس سلاسل: كانون الثاني DJan، وآذار DMar، وتشرين الأول DOct، وتشرين الثاني DNov، وإجمالي السنة DTotal
- السلاسل غير المستقرة هي سلسلتان:

1- سلسلة شباط DFeb غير مستقرة في التباين وفي الوسط، حُوّلت قيم السلسلة بأخذ اللوغاريتم الطبيعي لهذه القيم للتخلص من عدم الاستقرار في التباين، ثم أخذ الفرق الأول للقيم اللوغاريتمية للتخلص من عدم الاستقرار في الوسط وسميت السلسلة الجديدة بـ DFeb_LN_{d1}

2- سلسلة كانون الأول DDec غير مستقرة في التباين، حُوّلت قيم السلسلة إلى اللوغاريتم الطبيعي لهذه القيم للتخلص من عدم الاستقرار وسميت السلسلة الجديدة بـ DDec_LN

ومن ثم جرى التحليل الإحصائي للسلاسل جميعها (المستقرة، والتي حولت إلى مستقرة) والجدول التالية تمثل النتائج بالطريقتين الاعتيادية (جدول a) والمقترحة (جدول b) وقيم معاملات النموذج (جدول c)

الجدول (1-a) النماذج المنتخبة للسلسلة الأولى DJan (الطريقة الاعتيادية)

DJan	Model Fit statistics, Prediction Error						Ljung-Box Q(18)		
	Criteria						Statistics	DF	Sig.
ARMA(p,q)	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC			
ARMA(1,0)	38.934	28.64	7.46	425.750	7.358	427.662	23.778	17	0.126
ARMA(0,1)	38.931	28.63	7.46	425.742	7.358	427.654	23.748	17	0.126
ARMA(1,1)	37.665	28.42	7.47	423.543	7.338	427.367	20.550	16	0.196
ARMA(1,2)	37.830	28.67	7.55	425.992	7.398	431.728	20.939	15	0.139

الجدول (1-b) جميع النماذج الممكنة للسلسلة الأولى DJan (الطريقة المقترحة)

DJan	Model Fit statistics, Prediction Error Criteria						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(0,1)	38.931	28.63	7.46	425.742	7.358	427.654	23.748	17	0.126
ARMA(0,2)	39.081	28.45	7.54	428.167	7.418	431.991	22.972	16	0.114
ARMA(1,0)	38.934	28.64	7.46	425.750	7.358	427.662	23.778	17	0.126
ARMA(1,1)	37.665	28.42	7.47	423.543	7.338	427.367	20.550	16	0.196
ARMA(1,2)	37.830	28.67	7.55	425.992	7.398	431.728	20.939	15	0.139
ARMA(2,0)	39.086	28.44	7.54	428.184	7.418	432.008	23.305	16	0.106
ARMA(2,1)	37.804	28.67	7.55	425.915	7.397	431.651	20.662	15	0.148
ARMA(2,2)	38.605	27.91	7.66	430.708	7.497	438.356	22.982	14	0.061

يتضح أن النموذج ARMA(1, 1) هو الأحسن والكفاء ومعلماته هي:

الجدول (1-c) معلمات النموذج بالطريقة المقترحة للسلسلة الأولى

DJan - ARMA(1,1)	Estimate	SE	T test	Sig.
Constant	60.432	1.101	54.865	0
AR(1)	0.776	0.151	5.132	0
MA(1)	0.998	2.305	0.433	0.667

$$\hat{y}_t = 60.432 + 0.776y_{t-1} + 0.998a_{t-1}$$

الجدول (2-a) النماذج المنتخبة للسلسلة الثانية DFeb (الطريقة الاعتيادية)

DFeb_LNd1	Model Fit statistics, Prediction Error Criteria						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARIMA(1,1,0)	45.599	36.712	7.782	4.944	0.105	2.995	32.745	17	0.012
ARIMA(0,1,1)	28.343	21.075	6.831	-10.152	-0.160	-12.365	20.978	17	0.227
ARIMA(1,1,1)	29.722	22.327	6.997	-9.502	-0.131	-13.976	16.969	16	0.388
ARIMA(2,1,1)	30.483	22.743	7.118	-6.603	-0.062	-13.267	15.987	15	0.383

الجدول (2-b) جميع النماذج الممكنة للسلسلة الثانية DFeb (الطريقة المقترحة)

DFeb_LNd1	Model Fit statistics, Prediction Error Criteria						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARIMA(0,1,1)	28.343	21.075	6.831	-10.152	-0.160	-12.365	20.978	17	0.227
ARIMA(0,1,2)	30.602	23.043	7.055	-9.723	-0.135	-14.204	15.775	16	0.469
ARIMA(1,1,0)	45.599	36.712	7.782	4.944	0.105	2.995	32.745	17	0.012
ARIMA(1,1,1)	29.722	22.327	6.997	-9.502	-0.131	-13.976	16.969	16	0.388
ARIMA(1,1,2)	30.735	22.964	7.135	-6.899	-0.067	-13.578	16.295	15	0.363
ARIMA(2,1,0)	42.207	32.477	7.698	-0.789	0.022	-4.957	20.795	16	0.187
ARIMA(2,1,1)	30.483	22.743	7.118	-6.603	-0.062	-13.267	15.987	15	0.383
ARIMA(2,1,2)	30.119	22.095	7.165	-5.184	-0.019	-14.109	15.420	14	0.35

يتضح أن النموذج ARIMA(0,1,1) هو الأحسن والكفاء ومعلماته هي:

الجدول (2-c) معاملات النموذج بالطريقة المقترحة للسلسلة الثانية

ARIMA(0,1,1)		Estimate	SE	t	Sig.
DFeb_LNd1	Constant	0.006	0.008	0.766	0.447
	MA	1	38.694	0.026	0.979

$$\ln(\hat{y}_t) = 0.006 + \ln(a_{t-1})$$

الجدول (3-a) النماذج المنتخبة للسلسلة الثالثة (الطريقة الاعتيادية) DMar

DMar	Model Fit statistics, Prediction Error Criterions						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(p,q)									
ARMA(1,0)	22.155	15.429	6.336	360.347	6.231	362.259	12.688	17	0.757
ARMA(0,1)	22.154	15.421	6.336	360.345	6.231	362.257	12.671	17	0.758
ARMA(1,1)	21.715	14.587	6.366	360.001	6.242	363.825	10.877	16	0.817
ARMA(1,2)	22.067	14.741	6.468	363.851	6.327	369.587	10.482	15	0.788

الجدول (3-b) جميع النماذج الممكنة للسلسلة الثالثة (الطريقة المقترحة) DMar

DMar	Model Fit statistics, Prediction Error Criterions						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(p,q)									
ARMA(0,1)	22.154	15.421	6.336	360.345	6.231	362.257	12.671	17	0.758
ARMA(0,2)	22.309	15.364	6.42	363.135	6.296	366.959	13.511	16	0.635
ARMA(1,0)	22.155	15.429	6.336	360.347	6.231	362.259	12.688	17	0.757
ARMA(1,1)	21.715	14.587	6.366	360.001	6.242	363.825	10.877	16	0.817
ARMA(1,2)	22.067	14.741	6.468	363.851	6.327	369.587	10.482	15	0.788
ARMA(2,0)	22.326	15.382	6.421	363.22	6.298	367.044	13.183	16	0.659
ARMA(2,1)	22.066	14.731	6.468	363.846	6.326	369.582	10.382	15	0.795
ARMA(2,2)	21.643	14.293	6.499	363.576	6.34	371.224	9.077	14	0.826

يتضح أن النموذج ARMA(1, 1) هو الأحسن والكفاء ومعلماته هي:

الجدول (3-c) معاملات النموذج بالطريقة المقترحة للسلسلة الثالثة

DMar- ARMA(1,1)	Estimate	SE	T test	Sig.
Constant	23.314	1.081	21.572	0.000
AR(1)	0.850	0.154	5.519	0.000
MA(1)	0.996	1.105	0.902	0.371

$$\hat{y}_t = 23.314 + 0.85y_{t-1} + 0.996a_{t-1}$$

الجدول (4-a) النماذج المنتخبة للسلسلة الرابعة (الطريقة الاعتيادية) DOct

DOct	Model Fit statistics, Prediction Error Criterions						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(p,q)									
ARMA(1,0)	44.482	31.989	7.73	441.204	7.625	443.117	7.98	17	0.967
ARMA(0,1)	44.492	31.965	7.731	441.23	7.625	443.142	7.954	17	0.968
ARMA(1,1)	44.81	32.165	7.815	444.036	7.691	447.86	7.877	16	0.952
ARMA(1,2)	44.738	31.418	7.882	445.778	7.739	451.515	5.401	15	0.988

الجدول (4-b) جميع النماذج الممكنة للسلسلة الرابعة DOct (الطريقة المقترحة)

DOct	Model Fit statistics, Prediction Error Criterions						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(p,q)									
ARMA(0,1)	44.492	31.965	7.731	441.23	7.625	443.142	7.954	17	0.968
ARMA(0,2)	44.644	31.933	7.807	443.606	7.684	447.43	7.094	16	0.971
ARMA(1,0)	44.482	31.989	7.73	441.204	7.625	443.117	7.98	17	0.967
ARMA(1,1)	44.81	32.165	7.815	444.036	7.691	447.86	7.877	16	0.952
ARMA(1,2)	44.738	31.418	7.882	445.778	7.739	451.515	5.401	15	0.988
ARMA(2,0)	44.652	32.022	7.808	443.627	7.684	447.451	7.065	16	0.972
ARMA(2,1)	44.721	31.449	7.881	445.738	7.738	451.475	5.428	15	0.988

يتضح أن النموذج ARMA(1,0) هو الأحسن والكفاء ومعلماته هي:

الجدول (4-c) معلمات النموذج بالطريقة المقترحة للسلسلة الرابعة

DOct- ARMA(1,0)	Estimate	SE	T test	Sig.
Constant	36.256	5.570	6.509	0.000
AR(1)	-0.050	0.134	-0.371	0.712

$$\hat{y}_t = 36.256 - 0.05y_{t-1}$$

الجدول (5-a) النماذج المنتخبة للسلسلة الخامسة DNov (الطريقة الاعتيادية)

DNov	Model Fit statistics, Prediction Error Criterions						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(p,q)									
ARMA(1,0)	28.828	20.547	6.863	390.89	6.757	392.802	11.437	17	0.833
ARMA(0,1)	28.828	20.549	6.863	390.89	6.757	392.802	11.435	17	0.833
ARMA(1,1)	29.089	20.554	6.951	393.917	6.827	397.741	11.432	16	0.782
ARMA(1,2)	28.927	20.173	7.01	395.247	6.868	400.983	8.753	15	0.89

الجدول (5-b) جميع النماذج الممكنة للسلسلة الخامسة DNov (الطريقة المقترحة)

DNov	Model Fit statistics, Prediction Error Criterions						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(p,q)									
ARMA(0,1)	28.828	20.549	6.863	390.89	6.757	392.802	11.435	17	0.833
ARMA(0,2)	29.089	20.558	6.951	393.917	6.827	397.741	11.437	16	0.782
ARMA(1,0)	28.828	20.547	6.863	390.89	6.757	392.802	11.437	17	0.833
ARMA(1,1)	29.089	20.554	6.951	393.917	6.827	397.741	11.432	16	0.782
ARMA(1,2)	28.927	20.173	7.01	395.247	6.868	400.983	8.753	15	0.89
ARMA(2,0)	29.089	20.571	6.951	393.916	6.827	397.74	11.421	16	0.783
ARMA(2,1)	28.897	20.24	7.007	395.124	6.866	400.86	8.32	15	0.91
ARMA(2,2)	29.024	20.401	7.086	397.615	6.962	405.263	9.511	14	0.797

النموذج ARMA(1,0) هو الأحسن والكفاء ومعلماته هي:

الجدول (5-c) معلمات النموذج بالطريقة المقترحة للسلسلة الخامسة

DNov- ARMA(1,0)	Estimate	SE	T test	Sig.
Constant	29.840	3.724	8.013	0.000
RA(1)	-0.017	0.134	-0.12	0.900

$$\hat{y}_t = 29.84 - 0.017y_{t-1}$$

الجدول (6-a) النماذج المنتخبة للسلسلة السادسة DDec (الطريقة الاعتيادية)

DDec_LN ARMA(p,q)	Model Fit statistics Prediction Error Criteria						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(0,1)	0.931	29.109	0.695	-7.3579	-0.109	-9.5192	26.816	17	0.06
ARMA(2,0)	0.908	27.429	0.657	-8.20648	-0.106	-12.627	16.292	16	0.43
ARMA(2,1)	0.872	25.808	0.651	-10.9816	-0.136	-17.86	13.17	15	0.59
ARMA(2,2)	0.873	26.591	0.604	-8.81029	-0.081	-17.97	7.034	14	0.93

الجدول (6-b) جميع النماذج الممكنة للسلسلة السادسة DDec (الطريقة المقترحة)

DDec-LN ARMA(p,q)	Model Fit statistics Prediction Error Criteria						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(0,1)	0.931	29.109	0.695	-7.3579	-0.109	-9.5192	26.816	17	0.06
ARMA(0,2)	0.911	27.402	0.659	-7.91575	-0.101	-12.327	18.812	16	0.28
ARMA(1,0)	0.933	29.115	0.693	-7.08592	-0.104	-9.2426	28.918	17	0.04
ARMA(1,1)	0.937	28.907	0.689	-4.60459	-0.044	-8.9013	26.061	16	0.05
ARMA(1,2)	0.873	25.79	0.644	-10.8207	-0.133	-17.691	13.973	15	0.53
ARMA(2,0)	0.908	27.429	0.657	-8.20648	-0.106	-12.627	16.292	16	0.43
ARMA(2,1)	0.872	25.808	0.651	-10.9816	-0.136	-17.86	13.17	15	0.59
ARMA(2,2)	0.873	26.591	0.604	-8.81029	-0.081	-17.97	7.034	14	0.93

النموذج ARMA(2,1) هو الأحسن والكفاء ومعلماته هي:

الجدول (6-c) معلمات النموذج بالطريقة المقترحة للسلسلة السادسة

DDec_LN, ARMA(2,1)	Estimate	SE	t	Sig.	
Constant	3.653	0.105	34.785	0	
AR	Lag 1	-0.872-	0.138	-6.323-	0
	Lag 2	-0.246-	0.135	-1.819-	0.074
MA	Lag 1	-0.957-	0.073	-13.111-	0

$$\ln(\hat{y}_t) = 3.653 - 0.872\ln(y_{t-1}) - 0.246\ln(y_{t-2}) - 0.957\ln(a_{t-1})$$

الجدول (7-a) النماذج المنتخبة للسلسلة السابعة DTotol (الطريقة الاعتيادية)

DTotol	Model Fit statistics-Prediction Error Criterions						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(p,q)									
ARMA(1,0)	81.383	63.921	8.938	511.276	8.833	513.188	20.284	17	0.26
ARMA(1,1)	82.108	63.984	9.026	514.286	8.903	518.11	20.472	16	0.2
ARMA(1,2)	81.367	63.6	9.078	515.213	8.936	520.949	19.943	15	0.174
ARMA(2,1)	81.231	63.425	9.075	515.022	8.933	520.758	19.01	15	0.213

الجدول (7-b) جميع النماذج الممكنة للسلسلة السابعة DTotol (الطريقة المقترحة)

DTotol	Model Fit statistics-Prediction Error Criterions						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(p,q)									
ARMA(0,1)	81.369	64.032	8.938	511.255	8.833	513.168	20.619	17	0.244
ARMA(0,2)	82.097	63.927	9.026	514.27	8.902	518.094	20.248	16	0.209
ARMA(1,0)	81.383	63.921	8.938	511.276	8.833	513.188	20.284	17	0.26
ARMA(1,1)	82.108	63.984	9.026	514.286	8.903	518.11	20.472	16	0.2
ARMA(1,2)	81.367	63.6	9.078	515.213	8.936	520.949	19.943	15	0.174
ARMA(2,0)	82.029	64.442	9.024	514.174	8.901	517.998	21.821	16	0.149
ARMA(2,1)	81.231	63.425	9.075	515.022	8.933	520.758	19.01	15	0.213
ARMA(2,2)	80.316	61.746	9.122	515.686	8.962	523.334	19.277	14	0.155

النموذج ARMA(2,1) هو الأحسن والكفاء ومعلماته هي:

الجدول (7-c) معلمات النموذج بالطريقة المقترحة للسلسلة السابعة

DTotol ARMA(1,0)	Estimate	SE	T test	Sig.
Constant	263.715	9.698	27.193	0.000
RA(1)	-0.104	0.135	-0.765	0.447

$$\hat{y}_t = 263.715 - 0.104y_{t-1}$$

2-2-1-7 منطقة شحات "S"

من خلال الرسم البياني للسلاسل الزمنية لكميات الأمطار الهائلة وإيجاد قيم معاملات الارتباط الذاتي (ACF) والارتباط الذاتي الجزئي (PACF) تبين ما يأتي:

• السلاسل المستقرة هي ثلاث سلاسل: كانون الثاني، SJan وتشرين الأول، SOct ، وإجمالي السنة STotol

• السلاسل غير المستقرة هي أربع سلاسل:

1- سلسلة شباط SFeb غير مستقرة في الوسط، استخدم الفرق الأول بين القيم المتتالية للسلسلة للتخلص من عدم الاستقرار، وسميت السلسلة الجديدة بـ SFebMA

- 2- سلسلة آزار SMar غير مستقرة في التباين، حُوّلت قيم السلسلة إلى مقلوب هذه القيم للتخلص من عدم الاستقرار، وسميت السلسلة الجديدة بـ SMar_Inv
- 3- سلسلة تشرين الثاني SNov غير مستقرة في التباين، حُوّلت قيم السلسلة إلى اللوغاريتم الطبيعي لهذه القيم للتخلص من عدم الاستقرار وسميت السلسلة الجديدة بـ SNov_LN
- 4- سلسلة كانون الأول SDec غير مستقرة في التباين، حُوّلت قيم السلسلة إلى مقلوب هذه القيم للتخلص من عدم الاستقرار، وسميت السلسلة الجديدة بـ SDec_Inv
- ومن ثم جرى التحليل الإحصائي للسلاسل جميعها (المستقرة، والتي حولت إلى مستقرة) والجداول الآتية تمثل النتائج بالطريقتين الاعتيادية (جداول a) والمقترحة (جداول b) وقيم معاملات النموذج (جداول c).

الجدول (8-a) النماذج المنتخبة للسلسلة الثامنة SJan (الطريقة الاعتيادية)

Shahat Jan. ARMA(p,q)	Model Fit statistics Prediction Error Criteria						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(1,0)	60.811	47.987	8.356	477.475	8.250	479.387	13.155	17	0.726
ARMA(0,1)	60.666	47.898	8.351	477.197	8.245	479.109	12.458	17	0.772
ARMA(2,1)	60.464	45.869	8.484	480.774	8.342	486.510	11.605	15	0.709
ARMA(2,2)	60.58	45.301	8.558	482.975	8.398	490.623	9.369	14	0.807

الجدول (8-b) جميع النماذج الممكنة للسلسلة الثامنة SJan (الطريقة المقترحة)

Shahat Jan. ARMA(p,q)	Model Fit statistics Prediction Error Criteria						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(0,1)	60.666	47.898	8.351	477.197	8.245	479.109	12.458	17	0.772
ARMA(0,2)	60.194	46.148	8.405	478.273	8.282	482.097	12.156	16	0.733
ARMA(1,0)	60.811	47.987	8.356	477.475	8.250	479.387	13.155	17	0.726
ARMA(1,1)	60.425	46.117	8.413	478.520	8.286	482.344	13.546	16	0.633
ARMA(1,2)	60.485	45.918	8.485	480.814	8.343	486.550	11.534	15	0.714
ARMA(2,0)	60.822	47.298	8.426	479.477	8.302	483.302	13.307	16	0.65
ARMA(2,1)	60.464	45.869	8.484	480.774	8.342	486.510	11.605	15	0.709
ARMA(2,2)	60.58	45.301	8.558	482.975	8.398	490.623	9.369	14	0.807

النموذج ARMA(0,1) هو الأحسن والكفاء ومعلماته هي:

الجدول (8-c) معلمات النموذج بالطريقة المقترحة للسلسلة الثامنة

SJan-ARMA(0,1)	Estimate	SE	T test	Sig.
Constant	122.398	6.769	18.083	0
MA(1)	0.153	0.133	1.147	0.256

$$\hat{y}_t = 122.398 + 0.153a_{t-1}$$

الجدول (9-a) النماذج المنتخبة للسلسلة التاسعة SFeb (الطريقة الاعتيادية)

SFeb_d1 ARIMA(p,d,q)	Model Fit statistics Prediction Error Criterions						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(1,1,0)	58.976	45.51	8.296	465.76	8.1892	471.9	15.154	17	0.58
ARMA(0,1,1)	51.094	38.325	8.009	448.63	7.8885	454.46	13.504	17	0.7
ARMA(1,1,1)	51.278	39.183	8.087	451.79	7.9619	463.5	12.821	16	0.69
ARMA(0,1,2)	51.388	39.096	8.092	452.03	7.9662	463.75	13.091	16	0.67

الجدول (9-b) جميع النماذج الممكنة للسلسلة التاسعة SFeb (الطريقة المقترحة)

SFeb_d1 ARIMA(p,d,q)	Model Fit statistics Prediction Error Criterions						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(0,1,1)	51.094	38.325	8.009	448.63	7.8885	454.46	13.504	17	0.7
ARMA(0,1,2)	51.388	39.096	8.092	452.03	7.9662	463.75	13.091	16	0.67
ARMA(1,1,0)	58.976	45.51	8.296	465.76	8.1892	471.9	15.154	17	0.58
ARMA(1,1,1)	51.278	39.183	8.087	451.79	7.9619	463.5	12.821	16	0.69
ARMA(1,1,2)	51.73	39.038	8.176	454.71	8.0312	472.33	12.865	15	0.61
ARMA(2,1,0)	56.943	42.6	8.297	463.74	8.1717	475.87	13.375	16	0.65
ARMA(2,1,1)	51.671	39.329	8.174	454.6	8.0291	472.21	11.899	15	0.69
ARMA(2,1,2)	51.32	38.102	8.231	455.78	8.0679	479.21	12.201	14	0.59

النموذج ARIMA(0,1,1) هو الأحسن والكفاء ومعلماته هي:

الجدول (9-c) معلمات النموذج بالطريقة المقترحة للسلسلة التاسعة

ARIMA (0,1,1)		Estimate	SE	t	Sig.
SFeb_d1	Constant	0.292	0.537	0.543	0.589
	MA Lag 1	1	21.4	0.047	0.963

$$\hat{y}_t = 0.292 + a_{t-1}$$

الجدول (10-a) النماذج المنتخبة للسلسلة العاشرة SMar (الطريقة الاعتيادية)

SMar_Inv ARMA(p,q)	Model Fit statistics Prediction Error Criteria						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(1,0)	0.039	0.024	-6.372-	-398.6	-6.856	-407.6	12.38	17	0.78
ARMA(0,1)	0.039	0.024	-6.373-	-398.6	-6.856	-407.6	12.111	17	0.79
ARMA(1,1)	0.039	0.025	-6.301-	-395.6	-6.786	-413.4	12.162	16	0.73
ARMA(1,2)	0.039	0.024	-6.220-	-392.6	-6.715	-419.2	10.464	15	0.79

الجدول (10-b) جميع النماذج الممكنة للسلسلة العاشرة SMar (الطريقة المقترحة)

SMar_Inv ARMA(p,q)	Model Fit statistics Prediction Error Criteria						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(0,1)	0.039	0.024	-6.373-	-398.6	-6.856	-407.6	12.111	17	0.79
ARMA(0,2)	0.039	0.024	-6.292-	-395.6	-6.786	-413.4	10.839	16	0.82
ARMA(1,0)	0.039	0.024	-6.372-	-398.6	-6.856	-407.6	12.38	17	0.78
ARMA(1,1)	0.039	0.025	-6.301-	-395.6	-6.786	-413.4	12.162	16	0.73
ARMA(1,2)	0.039	0.024	-6.220-	-392.6	-6.715	-419.2	10.464	15	0.79
ARMA(2,0)	0.039	0.024	-6.298-	-395.6	-6.786	-413.4	10.46	16	0.84
ARMA(2,1)	0.039	0.024	-6.218-	-392.6	-6.715	-419.2	10.727	15	0.77
ARMA(2,2)	0.037	0.023	-6.222-	-389.5	-6.645	-424.9	7.404	14	0.92

النموذج ARMA(1,2) هو الأحسن والكفاء ومعلماته هي:

الجدول (10-c) معلمات النموذج بالطريقة المقترحة للسلسلة العاشرة

ARMA(1,2)		Estimate	SE	t	Sig.
Smar_Inv	Constant	0.031	0.005	6.822	0
AR	Lag 1	-.883	0.191	-4.636	0
MA	Lag 1	-.807	0.232	-3.475	0.001
	Lag 2	0.141	0.143	0.983	0.33

$$\frac{1}{\hat{y}_t} = 0.31 - \frac{0.883}{y_{t-1}} - \frac{0.807}{a_{t-1}} + \frac{0.141}{a_{t-2}}$$

الجدول (11-a) النماذج المنتخبة للسلسلة الحادية عشرة SOct (الطريقة الاعتيادية)

SOct ARMA(p,q)	Model Fit statistics Prediction Error Criteria						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(1,0)	60.988	41.45	8.361	477.811	8.256	479.723	5.844	17	0.994
ARMA(0,1)	60.979	41.404	8.361	477.794	8.256	479.706	5.856	17	0.994
ARMA(1,1)	60.654	40.529	8.42	479.156	8.297	482.980	4.516	16	0.998
ARMA(1,2)	61.852	41.104	8.53	483.406	8.388	489.142	5.894	15	0.981

الجدول (11-b) جميع النماذج الممكنة للسلسلة الحادية عشرة SOct (الطريقة المقترحة)

SOct ARMA(p,q)	Model Fit statistics Prediction Error Criteria						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(0,1)	60.979	41.404	8.361	477.794	8.256	479.706	5.856	17	0.994
ARMA(0,2)	61.292	41.233	8.441	480.370	8.318	484.194	5.984	16	0.988
ARMA(1,0)	60.988	41.45	8.361	477.811	8.256	479.723	5.844	17	0.994
ARMA(1,1)	60.654	40.529	8.42	479.156	8.297	482.980	4.516	16	0.998
ARMA(1,2)	61.852	41.104	8.53	483.406	8.388	489.142	5.894	15	0.981
ARMA(2,0)	61.323	41.262	8.442	480.429	8.319	484.253	5.961	16	0.989
ARMA(2,1)	61.861	41.035	8.53	483.424	8.388	489.160	5.847	15	0.982
ARMA(2,2)	62.25	40.131	8.612	485.994	8.450	493.642	6.051	14	0.965

النموذج ARMA(0,1) هو الأحسن والكفاء ومعلماته هي:

الجدول (11-c) معلمات النموذج بالطريقة المقترحة للسلسلة الحادية عشرة

SOctARMA(0,1)	Estimate	SE	T test	Sig.
Constant	54.702	8.367	6.538	0
MA(1)	-.046-	0.134	-.342-	0.733

$$\hat{y}_t = 54.702 - 0.046a_{t-1}$$

الجدول (12-a) النماذج المنتخبة للسلسلة الثانية عشرة SNov (الطريقة الاعتيادية)

SNov_LN ARMA(p,q)	Model Fit statistics Prediction Error Criteria						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(1,0)	0.811	0.634	-.279-	-23.34	-0.385	-25.78	14.695	17	0.62
ARMA(0,1)	0.811	0.632	-.280-	-23.34	-0.385	-25.78	14.403	17	0.64
ARMA(1,1)	0.805	0.606	-.224-	-22.23	-0.348	-27.14	15.988	16	0.45
ARMA(1,2)	0.804	0.609	-.156-	-20.31	-0.297	-27.67	10.031	15	0.82

الجدول (12-b) جميع النماذج الممكنة للسلسلة الثانية عشرة SNov (الطريقة المقترحة)

SNov_LN ARMA(p,q)	Model Fit statistics Prediction Error Criteria						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(0,1)	0.811	0.632	-.280-	-23.34	-0.385	-25.78	14.403	17	0.64
ARMA(0,2)	0.816	0.62	-.196-	-20.59	-0.319	-25.43	16.133	16	0.44
ARMA(1,0)	0.811	0.634	-.279-	-23.34	-0.385	-25.78	14.695	17	0.62
ARMA(1,1)	0.805	0.606	-.224-	-22.23	-0.348	-27.14	15.988	16	0.45
ARMA(1,2)	0.804	0.609	-.156-	-20.31	-0.297	-27.67	10.031	15	0.82
ARMA(2,0)	0.816	0.622	-.197-	-20.68	-0.321	-25.53	14.684	16	0.55
ARMA(2,1)	0.799	0.601	-.168-	-21.07	-0.31	-28.48	7.832	15	0.93
ARMA(2,2)	0.786	0.573	-.132-	-21.06	-0.292	-31.07	2.831	14	1

النموذج ARMA(1,0) هو الأحسن والكفاء ومعلماته هي:

الجدول (12-c) معلمات النموذج بالطريقة المقترحة للسلسلة الثانية عشرة

ARMA(1,0)		Estimate	SE	t	Sig.
SNov_LN	Constant	3.932	0.098	39.934	0
AR	Lag 1	-.084-	0.138	-.607-	0.546

$$\ln(\hat{y}_t) = 3.932 - 0.084\ln(y_{t-1})$$

الجدول (13-a) النماذج المنتخبة للسلسلة الثالثة عشرة SDec (الطريقة الاعتيادية)

SDec_Inv ARMA(p,q)	Model Fit statistics Prediction Error Criteria						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(1,0)	0.046	0.023	-6.018-	-358.4	-6.162	-366.7	5.792	17	0.99
ARMA(0,1)	0.046	0.023	-6.018-	-358.4	-6.162	-366.7	5.809	17	0.99
ARMA(1,1)	0.046	0.023	-5.930-	-355.4	-6.092	-371.8	5.825	16	0.99
ARMA(1,2)	0.047	0.023	-5.843-	-352.4	-6.022	-376.9	5.808	15	0.98

الجدول (13-b) جميع النماذج الممكنة للسلسلة الثالثة عشرة SDec (الطريقة المقترحة)

SDec_Inv ARMA(p,q)	Model Fit statistics Prediction Error Criteria						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(0,1)	0.046	0.023	-6.018-	-358.4	-6.162	-366.7	5.809	17	0.99
ARMA(0,2)	0.046	0.023	-5.930-	-355.4	-6.092	-371.8	5.835	16	0.99
ARMA(1,0)	0.046	0.023	-6.018-	-358.4	-6.162	-366.7	5.792	17	0.99
ARMA(1,1)	0.046	0.023	-5.930-	-355.4	-6.092	-371.8	5.825	16	0.99
ARMA(1,2)	0.047	0.023	-5.843-	-352.4	-6.022	-376.9	5.808	15	0.98
ARMA(2,0)	0.046	0.023	-5.931-	-355.4	-6.092	-371.8	5.826	16	0.99
ARMA(2,1)	0.047	0.022	-5.849-	-352.4	-6.022	-376.9	5.061	15	0.99
ARMA(2,2)	0.046	0.021	-5.803-	-349.3	-5.952	-382	4.739	14	0.99

النموذج ARMA(1,0) هو الأحسن والكفاء ومعلماته هي:

الجدول (13-c) معلمات النموذج بالطريقة المقترحة للسلسلة الثالثة عشرة

ARMA(1,2)		Estimate	SE	t	Sig.
SDec_Inv	Constant	0.03	0.006	5.317	0
AR	Lag 1	-.073	0.135	-.542	0.59

$$\frac{1}{\hat{y}_t} = 0.03 - \frac{0.73}{y_{t-1}}$$

الجدول (14-a) النماذج المنتخبة للسلسلة الرابعة عشرة STotal (الطريقة الاعتيادية)

STotal ARMA(p,q)	Model Fit statistics Prediction Error Criteria						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(1,0)	131.143	104.444	9.893	566.622	9.787	568.534	8.404	17	0.957
ARMA(0,1)	131.027	104.009	9.891	566.519	9.785	568.432	8.249	17	0.961
ARMA(1,1)	132.085	102.545	9.977	569.435	9.853	573.259	7.374	16	0.965
ARMA(1,2)	133.09	102.717	10.062	572.294	9.920	578.030	7.268	15	0.95

الجدول (14-b) جميع النماذج الممكنة للسلسلة الرابعة عشرة STotal (الطريقة المقترحة)

STotal ARMA(p,q)	Model Fit statistics Prediction Error Criteria						Ljung-Box Q(18)		
	RMSE	MAE	BIC	AIC	ASBC	SBC	Statistics	DF	Sig.
ARMA(0,1)	131.027	104.009	9.891	566.519	9.785	568.432	8.249	17	0.961
ARMA(0,2)	132.2	103.847	9.979	569.535	9.855	573.359	8.172	16	0.944
ARMA(1,0)	131.143	104.444	9.893	566.622	9.787	568.534	8.404	17	0.957
ARMA(1,1)	132.085	102.545	9.977	569.435	9.853	573.259	7.374	16	0.965
ARMA(1,2)	133.09	102.717	10.062	572.294	9.920	578.030	7.268	15	0.95
ARMA(2,0)	132.237	104.103	9.979	569.568	9.856	573.392	8.311	16	0.939
ARMA(2,1)	133.094	103.418	10.062	572.298	9.920	578.034	7.639	15	0.937
ARMA(2,2)	134.669	103.899	10.156	575.643	9.996	583.291	8.229	14	0.877

النموذج ARMA(0,1) هو الأحسن والكفاء ومعلماته هي:

الجدول (14-c) معلمات النموذج بالطريقة المقترحة للسلسلة الرابعة عشرة

STotal-ARMA(0,1)	Estimate	SE	T test	Sig.
Constant	556.791	13.751	40.492	0
MA(1)	0.204	0.132	1.547	0.127

$$\hat{y}_t = 556.791 + 0.204a_{t-1}$$

1-8 الاستنتاجات والتوصية

من خلال الاستعراض النظري للطريقة المقترحة ومن خلال التطبيق العملي بالطريقة الاعتيادية والطريقة المقترحة توصل البحث إلى جملة من الاستنتاجات والتوصيات ندرج فيما يأتي أهمها:

- في كثير من الحالات من مراحل تحليل السلاسل الزمنية لا يمكن معرفة نوع النموذج من خلال سلوك ACF و PACF وبذلك تصبح مرحلة التشخيص غير ذات جدوى أما الطريقة المقترحة فإنها تتجاوز هذا الأشكال من خلال أخذ أنواع النماذج كلها من خلال الترتيب الممكنة لكل من p و q .
- تسمح الطريقة المقترحة بإعطاء البدائل الممكنة كلها من النماذج لاختيار النموذج الأكفأ والأحسن من خلال تطبيق الترتيب الممكنة كلها للنماذج ومقارنة الميزات التي تحقق النموذج الأحسن، فمن المحتمل أن يكون النموذج المختار بالطريقة الاعتيادية ليس بالأحسن بسبب عدم أخذ النماذج الممكنة كلها.
- تختصر الطريقة المقترحة كثيراً من الجهد والزمن للوصول إلى النموذج الصحيح والكفاء ببسر وبتقنية سهلة التداول والتعلم.
- يوصي الباحث بتطبيق الطريقة المقترحة وخاصة في مجال التعليم إلى جانب الطريقة المعتادة؛ لأنها سهلة الفهم والتعلم والتطبيق.

الملاحق

ملحق (1) منطقة درنه {[15]}

كمية الأمطار الهاطلة (مم) للأشهر قيد البحث والمجموع السنوي للمدة من 1951-2008

Year	January	February	March	October	November	December	Total
1951	7.4	15.9	7.6	25.1	17.1	42.5	124.4
1952	75.4	48.9	27.1	1.4	15.8	64.9	239.8
1953	16.5	22.7	26.2	8.8	172.4	43.2	318.5
1954	40.4	44.8	14.1	189.1	40.3	22.7	356.5
1955	5.2	10	28.7	9.3	31.1	78.7	153.1
1956	21.5	35.2	40.7	35.6	11.2	125.3	334
1957	81.4	23.1	107.2	68	60.1	111.1	479.4
1958	86.6	16.7	9.4	20.7	13.9	14.2	167
1959	58.3	142.8	2	181.4	4.3	28.7	435.9
1960	36.3	31.2	39.8	0	27	19.9	179.3
1961	66.9	98.6	3.5	97.3	3.6	79.9	353.3
1962	142.7	47.4	10	37.5	20.8	76	331.6
1963	79.9	59.4	21.4	17.1	12.4	1.8	256.9
1964	83.5	67.7	13.7	0	40.2	34.6	264.8
1965	31.1	23	20.4	95.7	3.9	54.6	257.2
1966	76.9	3.5	19.7	6	2.9	42.3	179.8
1967	61.1	55.2	14.6	76.2	5.7	17	238.2
1968	51.9	16.7	12.9	75.3	39.1	59.4	365.4
1969	88	5.5	24.4	163.2	5.4	35.5	339.7
1970	37.1	15.8	20.4	9.3	13.9	8.4	139.2
1971	52.2	50.9	7.3	11.9	48.4	31.6	225.9
1972	15.8	15.8	17.1	73.4	5.4	57.1	238.5
1973	38.7	22.1	60.3	51	33	8.5	220.2
1974	134.9	15.4	12.1	18.2	8	35.8	232.2
1975	59.7	34.1	7.1	40.6	8	57.7	236.9
1976	51.6	60	48.7	16.3	54.4	9.5	260.8
1977	38.4	7.9	17.3	1.3	4.2	89	181.7
1978	105.7	19.6	31.8	101.5	23	35	347.5
1979	28.7	51.3	7.5	54.9	27	51.9	244
1980	40.7	82.7	20.4	16.8	0	10.6	178.1
1981	78.2	52.6	0	29.3	47.7	4.1	218
1982	16.6	55.6	6.5	9.6	8.7	58.3	171.4
1983	95.5	51.2	2.7	25.5	64.9	18.6	274.2

1984	26.5	60.8	27.4	24.9	50.7	64.1	258.4
1985	54	27.7	14.2	46.6	5	122.4	283.7
1986	25.5	2.3	38.1	28.4	74.1	47.8	266.7
1987	43.7	2.7	75	2	27.1	43.4	231.4
1988	24	66.1	10.5	29.3	36.1	221.5	395.3
1989	108.8	32.4	29.6	8.7	46.5	41.2	267.3
1990	222.2	22.3	30	0	18.4	11.5	283.9
1991	38.2	38.3	4	11	44.3	225.5	379.4
1992	64.5	66.7	14.4	0	27.6	85.2	264.8
1993	64.5	47.1	20	27.7	14	24.5	212.9
1994	69.7	40.5	11.8	44.4	74.1	81.5	343
1995	13.2	86.8	26	116.3	70.6	52.3	405.2
1996	83.9	37.6	52.4	63.3	35.3	17.1	315.2
1997	77.1	64.6	29.8	13.4	45	35.6	282
1998	38.2	29.7	98.4	11	20	192	394.4
1999	19.6	8.1	9.5	5.4	11.9	42.5	104.7
2000	89.6	32.4	8.8	1	25	14.6	197.4
2001	61.2	18.5	2.6	17.3	72.6	148.2	325.6
2002	32.3	47	28.3	20.3	70	44.8	181.5
2003	20.4	71.3	58.3	0	5.9	29.9	194
2004	112.2	45	3	0	19.5	50.6	232.5
2005	55.2	58.6	40.5	3.8	5.5	58.3	224.2
2006	89.3	51.4	18.3	29.6	15.6	51.5	276.8
2007	59.4	56.7	6.6	13.1	25.5	39	261.4
2008	10.3	55.8	9	16.6	16.2	26.7	146.3

ملحق (1) منطقة شحات {[15]}

كمية الأمطار الهاطلة (مم) للأشهر قيد البحث والمجموع السنوي للمدة من 1951-2008

Year	Jan	Feb	Mar	Oct	Nov	Dec	Total
1951	122.1	63.5	31.5	75.6	68.7	83.3	459.4
1952	140.5	122.0	67.7	32.6	84.4	203.0	665.0
1953	131.1	64.5	96.8	25.9	115.4	75.4	535.1
1954	152.6	85.8	84.6	371.4	95.1	107.8	963.4
1955	26.2	16.2	87.2	23.7	82.5	85.1	347.1
1956	55.9	131.2	68.2	16.4	19.7	134.4	466.6
1957	219.3	53.3	131.6	38.9	48.8	143.4	699.1
1958	123.1	20.3	13.8	5.8	39.6	64.9	283.7
1959	166.9	117.3	24.4	76.5	31.8	95.3	551.9
1960	132.4	30.6	106.5	0.0	94.0	94.6	491.8
1961	96.3	284.5	34.5	97.1	9.8	261.0	801.6
1962	188.9	152.3	20.3	93.9	14.6	269.4	766.2
1963	114.0	69.3	54.6	115.2	60.0	8.0	467.9
1964	97.6	81.0	40.7	3.6	103.5	115.6	491.2
1965	126.4	101.5	72.5	23.9	49.7	140.5	585.4
1966	217.9	35.0	109.9	46.0	33.5	168.5	699.8
1967	125.5	85.1	108.9	145.2	54.8	115.4	686.2
1968	199.2	90.6	55.9	105.6	96.4	125.0	717.5
1969	243.2	33.0	72.8	150.1	26.6	115.7	697.2
1970	64.6	61.4	145.6	34.9	96.5	16.7	482.2
1971	98.9	131.8	23.9	41.1	110.4	32.5	496.6
1972	20.8	44.4	60.5	168.4	17.7	74.8	556.0
1973	74.9	97.8	76.6	76.3	48.6	31.8	441.4
1974	147.8	66.8	36.9	13.2	72.3	127.5	479.0
1975	152.4	55.6	7.2	37.6	24.5	106.3	425.6
1976	168.0	110.9	93.4	40.8	66.0	48.4	607.1
1977	83.7	19.3	17.3	16.3	17.4	357.2	660.2
1978	146.1	165.0	87.0	106.6	22.1	122.5	706.6
1979	60.3	121.8	22.3	89.4	76.9	143.5	542.1
1980	61.8	145.2	85.9	29.4	3.0	37.2	391.8
1981	332.1	152.2	15.2	7.7	146.3	52.9	725.3
1982	41.2	109.6	44.3	2.0	62.0	133.9	410.0
1983	168.0	68.2	104.3	46.8	139.4	62.9	652.5
1984	92.8	36.9	55.6	29.5	163.5	41.4	463.2
1985	148.1	88.0	70.0	91.7	38.0	87.2	558.1

1986	109.8	33.6	62.5	20.0	60.1	127.4	481.2
1987	81.9	57.8	163.4	2.6	74.0	117.6	559.2
1988	93.5	118.4	74.1	104.3	43.5	263.7	706.1
1989	119.0	63.6	230.1	40.2	71.4	35.1	568.8
1990	168.9	74.5	11.7	3.5	55.0	65.7	410.3
1991	93.7	107.0	16.2	17.3	113.5	434.8	834.8
1992	42.8	154.1	31.0	0.0	97.2	105.1	455.3
1993	189.3	47.1	65.9	48.9	26.3	40.1	442.9
1994	182.5	82.7	14.1	94.3	150.0	115.8	658.6
1995	78.0	42.7	59.5	145.1	110.1	34.2	514.3
1996	86.0	126.2	60.3	77.8	27.3	40.4	445.7
1997	93.2	116.5	107.7	55.1	99.0	70.8	576.3
1998	58.3	53.2	175.0	2.9	43.1	201.3	580.5
1999	97.0	26.4	80.3	63.1	13.6	87.9	396.6
2000	160.4	60.9	26.3	14.5	71.6	51.9	472.4
2001	58.0	71.2	4.8	3.5	128.2	321.6	616.8
2002	87.4	56.9	108.3	32.9	19.9	91.4	419.3
2003	79.4	151.7	193.3	0.0	49.6	115.2	643.7
2004	227.4	58.4	6.2	13.5	116.4	60.6	516.9
2005	209.1	66.4	93.2	12.9	77.7	95.0	619.0
2006	56.6	76.7	81.7	53.8	67.4	31.8	374.8
2007	112.0	122.5	36.8	53.9	31.4	134.1	525.0
2008	65.6	144.2	41.5	33.5	10.9	102.1	465.1

REFERENCES المراجع

- [1]Box and Jenkins, 1976. Time Series Analysis forecasting & control, Holdon-Day inc. USA.
- [2]Bhanasali, R.J , 1992, Autoregressive and window Estimates of the inverse correlation function, Biometrika, vol 67, No. 3, pp. 551-556
- [3]Dankit, Nassiuma, 1993, Non-stationary Autoregressive Moving Average Processes with Infinite Variance, Journal of time series Analysis, vol 14, No. 3, pp. 297-304
- [4]Glasbey, C.A., 1982. A Generalizations of Partial Autocorrelation useful in identifying ARMA Models, Technometrics vol. 24, No. 3.
- [5]Gatean, C., 2000. Subset ARMA Model Identification using genetic Algorithms, Journal of time series Analysis Vol. 21, No. 5, pp.559-570
- [6]Hamilton, 1970. Multiple Time series, John Willy. New York USA
- [7]Harnety, D. & Murphy, J. L., 1993, Statistical Analysis For Business and Economics, Wesley, Addison USA
- [8]Kumar, K., 1987, On the identification of ARMA model, Bulletin of the International Stationary, statistical institute, Nether Lands, Vol. 11, Book 2, pp. 377 -389
- [9]Teles, P. & Wei William W.S, 2002. The use of Aggregate Time Series in Testing For Gaussianity, Journal of Time Series Analysis, Vo. 23, P. 95
- [10]Venables, W.N., Ripley, B.D., 1997. Modern Applied Statistics With S-PLUS, Springer USA
- [11]Vuattoux, J. L. & Carpentier. LE, 2002. None Casual ARMA Model Identification by Maximizing Kurtosis, by internet, <http://www.aitrs.org/portats/PcBs/Documents/fascres/1re15.doc>
- [12]Wegman, Eduard, J., 1998. Time series Analysis Theory Data Analysis and Computation, Jon Willy New York USA
- [13]Wei, William, W.S, 1989. Time Series Analysis, Univariat and Multivariate Methods, Addison- Wesley Publishing company inc.
- [14] الزوبعي، عبيد محمود. 2005. تشخيص وفحص مدى الملاءمة لنماذج السلاسل الزمنية المختلفة ذات الرتب الدنيا، أطروحة دكتوراه في الإحصاء، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد.
- [15] الدليمي، عبد علي خلف. 2011. استخدام تحليل السلاسل الزمنية باتجاهي الزمن والتكرار للتنبؤ بكميات الامطار الهاطلة على منطقتي درنه وشحات، اطروحة دكتوراه في الاحصاء التطبيقي، كلية العلوم ، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا