التنبؤ بإستخدام نموذجى ARIMA ودالة التحويل بالتطبيق على أسعار أسهم الشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى

دكتور

البيومى عوض عوض طاقية

مدرس بقسم الإحصاء التطبيقى والتأمين

كلية التجارة - جامعة المنصورة

التنبؤ بإستخدام نموذجى ARIMA ودالة التحويل بالتطبيق على أسعار أسهم الشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى

دكتور

البيومى عوض عوض طاقية

مدرس بقسم الإحصاء التطبيقى والتأمين

كلية التجارة - جامعة المنصورة

ملخص :

يستخدم هذا البحث نموذجين للتنبؤ بالقيم المستقبلية لأسعار الأسهم فى البورصة المصرية ، الأول هو نموذج بوكس وجينكنز أو مايطلق عليه نموذج ARIMA ، أما الثانى فهو أسلوب للسلاسل الزمنية يدمج بين نموذج الإنحدار الديناميكى ونموذج ARIMA وهو مايطلق عليه نموذج دالة التحويل Transfer Function (TF) وذلك بهدف الوصول إلى أفضل تنبؤ ، وقد تم تطبيق النموذجين على بيانات أسعار أسهم الشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى . وأهتم البحث بالمقارنة بين نتائج هذين الأسلوبين من حيث كفاءتهما فى التنبؤ و أظهرت المقارنة دقة وأفضلية النتائج المتحصل عليها بإستخدام نموذج دالة التحويل (TF) الأمر الذى يبين أهمية إستخدامه فى التنبؤ بقيم المتغيرات فى المجالات المختلفة .

١- مقدمة :

هناك العديد من النماذج الإحصائية التى تستخدم فى تحليل بيانات السلاسل الزمنية والتنبؤ بها ، ومن هذه الأساليب أسلوب تحليل الإنحدار الديناميكى Dynamic Regression Model (Robert,1998) والذى يستخدم لتحديد مجموعة المتغيرات المؤثرة على المتغير التابع والتنبؤ بقيم هذا المتغير فى الفترات الزمنية المستقبلية ، وأسلوب تحليل السلاسل الزمنية لبوكس وجينكنز Box-Jenkins أو ما يطلق عليه بنماذج ARIMA والذى يعتبر وسيلة فعالة للتنبؤ وقد استخدم على نطاق واسع فى كثير من التطبيقات فى المجالات المختلفة، حيث يتم إختيار نموذج واحد من نماذج ARIMA بإستخدام بعض معايير الإختبارات المختلفة مثل خرائط تباين البواقى ودالة الإرتباط الذاتى ودالة الإرتباط الذاتى الجزئى ومعيار أكايكى للمعلومات (AIC) . و أسلوب للسلاسل الزمنية يدمج بين نموذج الإنحدار الديناميكى ونموذج ARIMA أو مايطلق عليه بنموذج دالة التحويل Transfer Function (TF) وذلك بهدف إستخدام النماذج فى التنبؤ .

وقد طبقت هذه النماذج على البورصة المصرية التى تتميز بأنها من المجالات النشطة والتى تظهر فيها حاجة

المستثمرين إلى أدوات تنبؤية قصيرة الأجل لأسعار الأسهم وذلك نظراً لما تشهده تلك الأسعار من تغيرات وتقلبات سريعة تستوجب وجود معلومات حقيقية وحاسمة عن الأسعار المستقبلية تساعد المستثمرين على التخطيط وإتخاذ القرارات.

ومن ناحية أخرى فإن هذا البحث إمتداد لبحث أخر قدم فى هذا المجال (البيومى ، تحت النشر) حيث تم إستخدام نموذجين هما نموذج الإنحدار الديناميكى ونموذج ARIMA للتنبؤ بأسعار أسهم الشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى ، وقدم البحث مقارنة بين هذين النموذجين من حيث كفاءتهما فى التنبؤ وأظهرت النتائج دقة التنبؤات المتحصل عليها من نموذج ARIMA مقارنة بنموذج الإنحدار الديناميكى . ومن هذا المنطلق فإن هذا البحث قد أعتمد على نموذج ARIMA الذى أثبتت كفاءته فى البحث السابق وتمت مقارنته مع نموذج أخر ألا وهو نموذج دالة التحويل (TF) وذلك للوصول إلى أعلى دقة فى التنبؤ .

وقد ظهرت العديد من الدراسات المتعلقة بإستخدام نموذج واحد من نماذج تحليل السلاسل الزمنية ، منها دراسة (Liu, 1993) الذى استخدم نموذج دالة التحويل لدراسة العلاقات الديناميكية بين إستهلاك الكهرباء والعديد من المتغيرات الأخرى وذلك بالتطبيق على قطاع الجنوب الشرقى للولايات المتحدة مع الأخذ فى الإعتبار التغييرات الموسمية ، وتوصلت هذه الدراسة إلى دقة التنبؤات المتحصل عليها بإستخدام نموذج دالة التحويل . أما دراسة (Kevin,1999) فقد استخدمت نماذج دالة التحويل للتنبؤ بأسعار خردة الحديد فى أسواق كل من الولايات المتحدة والمملكة المتحدة من خلال سلسلتين زمنيتين تكامليتين Cointegrated ، وقد أوضحت النتائج كفاءة التنبؤات المتحصل عليها بإستخدام النموذج شريطة تحديد المتغيرات بدقة عالية . واستخدمت دراسة (Hoffmann, 1998) نموذج دالة التحويل فى حالة السلاسل الزمنية غير الخطية المتعددة ، وطبقت على تأثير الأمراض الوبائية على الوفيات ووجد أن درجات الحرارة العالية فى الصيف تؤدى إلى تعجيل الإصابة بالأمراض الوبائية مما يؤدى إلى تعجيل الوفاة . أما دراسة (Guerrero, 2000) فقد تعرضت للتنبؤ بإستخدام تحليل السلاسل الزمنية فى ظل وجود بعض المشاكل منها تحديث التنبؤ لبيانات جديدة وتقدير القيم المفقودة مع وجود قيود هيكلية للتنبؤ وقيم متطرفة ، وأظهرت النتائج أن وجود هذه المشاكل تؤثر بدورها على دقة التنبؤ . واهتمت دراسة (Agustin, 2001) بالتنبؤ بالطلب على سوق الكهرباء بإستخدام نماذج تحليل السلاسل الزمنية ARIMA وذلك من

خلال دراسة منحنيات الطلب وتقديم مجموعة من أساليب التقدير منها طريقة المربعات الصغرى وطريقة الإمكان الأعظم وطريقة التقدير المرجح . كما استخدم (Javier , 2003) نماذج ARIMA للتنبؤ بأسعار الكهرباء فى الأيام التالية وذلك بالتطبيق على أسبانيا وولاية كاليفورنيا ، وقد أوضحت الدراسة كفاءة التقديرات المتحصل عليها وكذلك دقة التنبؤات من هذه النماذج .

ومن ناحية أخرى اهتمت بعض الدراسات بتقديم أكثر من نموذج للتنبؤ والمفاضلة بينهم ، منها دراسة (Lui, 1991) والتى أهتمت بدراسة العلاقات بين أسعار البنزين وأسعار البترول الخام فى الولايات المتحدة واستخدمت نموذجين وهما نموذج ARIMA ونموذج دالة التحويل فى ظل إفتراض عدم وجود قيم متطرفة ، وتوصلت الدراسة إلى أن أفضل نموذج للتنبؤ هو نموذج دالة التحويل وذلك فى حالة وجود إرتباط سلسلى للبيانات . واهتمت دراسة (أمال مبارك ، ١٩٩٨) بالتنبؤ بحجم الودائع الجارية بالعملة المحلية على المستوى القومى بإستخدام كلاً من تحليل الإنحدار وتحليل السلاسل الزمنية ، وقد ركزت الدراسة على بناء نموذج للتنبؤ يجمع كلاً من الأسلوبين معاً ، وقد أظهرت النتائج دقة التنبؤ المتحصل عليه من النموذج الأخير. واستخدمت دراسة (Marcelo, 1998) دالة التحويل لتقدير معدلات تضخم البطالة وذلك بالتطبيق على بيانات دولة البرازيل ، حيث طبق على منحنى فيلبس الكلاسيكى وعلى طريقة معيار سيجنال ، وقد أظهرت النتائج أن منحنى فيلبس الكلاسيكى للبرازيل يسمح بتقديرات جيدة لمعدلات التضخم فى البطالة . واقترحت دراسة (Yang, 2001) أسلوب رياضى جديد وهو ما يطلق عليه أسلوب AFTER وذلك لدمج التنبؤات من أجل الوصول إلى أفضل إستخدام للمعلومات المتاحة ، حيث تم إستخدام أسلوب المحاكاة وذلك للمقارنة بين هذه الطريقة والطرق الأخرى فى إختبار النموذج وأوضحت النتائج مزايا إستخدام هذه الطريقة عند إختبار حدود دقة التنبؤ . وقدمت دراسة (Geroge, 2002) أسلوب جديد لتحديد معاملات دوال كثيرة الحدود وذلك فى حالة الأنظمة المتعددة الأبعاد Multidimensional System وذلك فى شكل مصفوفات مستمدة من ذلك على نموذج دالة التحويل . أما دراسة (Hector, 2002) فقد إهتمت بالتنبؤ بالتضخم بإستخدام نماذج ARIMA ونماذج متجه الإنحدار الذاتى Vector Autoregressive Models(VAR) فى جويتمالا وأظهرت نتائج هذه الدراسة إلى أن أفضل نموذج للتنبؤ بالتضخم فى جويتمالا هو نموذج متجه الإنحدار الذاتى.

وباستعراض الدراسات السابقة يتضح أن نماذج ARIMA من أهم الأساليب المستخدمة فى تحليل وبناء نماذج السلاسل الزمنية كما يعتبر من أكثر الطرق إستخداماً فى التنبؤ بالظواهر فى الكثير من التطبيقات . أما أسلوب دالة التحويل فهو أسلوب يجمع بين تحليل الإنحدار وتحليل السلاسل الزمنية كمدخل جديد للتنبؤ غير أن هذا الأسلوب لم يستخدم على نطاق واسع نتيجة للصعوبات التى يواجهها الباحثين فى سبيل بناء النموذج . وعلى ذلك فإن مشكلة البحث تتمثل فى المقارنة والإختيار بين نموذجين وهما نموذج السلاسل الزمنية ARIMA ونموذج دالة التحويل (TF) ولكن بشكل معدل بمعنى أنه لا يجمع بين نموذج الإنحدار الساكن ونموذج السلاسل الزمنية كما فى الدراسات السابقة ولكن يجمع بين نموذج الإنحدار الديناميكى ونموذج السلاسل الزمنية ARIMA (وهما النموذجين اللذين تم التوصل إليهما فى البحث السابق للباحث).

٢- هدف البحث :

يتمثل الهدف من هذا البحث فى الوصول إلى نموذج على درجة عالية من الدقة والكفاءة للتنبؤ خلال الفترات الزمنية قصيرة الأجل ، وذلك من خلال إجراء مقارنة بين نموذج السلاسل الزمنية لبوكس وجينكنز ARIMA ونموذج دالة التحويل وذلك بالتطبيق على بيانات أسعار أسهم الشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى ، بمعنى زيادة القدرة التنبؤية من خلال الوصول بخطأ التنبؤ إلى أقل حد ممكن .

٣- أهمية البحث :

تتمثل الأهمية العلمية لهذا البحث انه يتناول بالتفسير والإيضاح نموذجين من النماذج الهامة فى التنبؤ وهما نموذج ARIMA ونموذج دالة التحويل (TF) ، كما أنه يقارن بينهما ويوضح الكيفية التى يتم بها إختيار أفضل نموذج للتنبؤ بأسعار أسهم الشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى مع الأخذ فى الإعتبار أهمية العلاقة بين المتغير التابع P(t) سعر الأسهم والمتغير التفسيرى d(t) كمية تداول الأوراق . أما من الناحية التطبيقية فإن التنبؤ بأسعار الأسهم فى المستقبل هو أحد الأسس الهامة فى عملية التخطيط الجيد السليم ، حيث يتوقف نجاح أى خطة على دقة التنبؤات بمتغيرات هذه الخطة والتى بدورها تؤثر على النشاط الإقتصادى للدولة .

٤- فروض البحث :

يمكن تلخيص الفروض الخاصة بالبحث فى النقاط التالية :

١- إن المشاهدات المتتالية لأسعار الأسهم عبر الزمن تكون فى الغالب غير مستقلة ، ومن ثم نستطيع التنبؤ بالقيم

المستقبلية من خلال سلوك الظاهرة فى الماضى .

٢- تتوقف أسعار الأسهم فى البورصة على العديد من العوامل أهمها كمية الأوراق المتداولة .

٣- يختلف التنبؤ بأسعار الأسهم بإختلاف الأسلوب المستخدم فى بناء النموذج والذى يتم على أساسه القيام بعملية التنبؤ .

٤- يمدنا نموذج دالة التحويل بتنبؤات أفضل من التنبؤات التى تمدنا بها النماذج الأخرى .

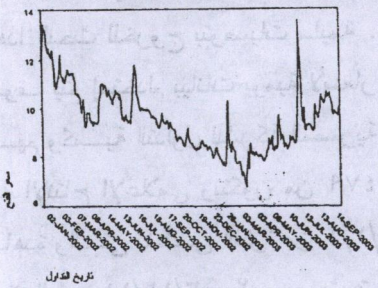
٥-مجال وحدود البحث :

نظراً لأن هذا البحث إمتداد لبحث سابق (البيومى ، تحت النشر) فإن **مجال البحث** يقتصر بصفة رئيسية على التقدير والتنبؤ بأسعار الأسهم فى البورصة المصرية ، كما يهتم بتحليل هذا المتغير وتأثير المتغيرات الأخرى عليه ، حيث وجد أن أسعار الأسهم فى الفترات الزمنية السابقة وكمية الأوراق المتداولة فى الفترات الزمنية المختلفة تؤثر على أسعار الأسهم الحالية بشكل كبير ، ولذلك أقتصر البحث على هذين العاملين بسبب أهميتهما ولتوافر البيانات اللازمة عنهما فى فترات البحث . أما من ناحية ***حدود البحث*** اقتصرت البيانات على أسعار أسهم الشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى وذلك بسبب أن هذا البحث إمتداد للبحث السابق وعليه فقد تم تثبيت هذه البيانات حتى نستطيع مقارنة النماذج السابق ذكرها فى البحث السابق مع النموذج الجديد المقترح فى هذا البحث للخروج بتوصيات سليمة . وسوف يتم إستخدام بيانات يومية لأسعار الأسهم وكمية التداول للشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى وتتكون من ٤٧٩ مشاهدة والتى تغطى الفترة من ٢/١/ ٢٠٠٢ إلى ٢٠٠٣/١٢/١١ . حيث تم تقسيم البيانات إلى فترتين هما فترة تقدير النموذج Estimation Period والتى تغطى الفترة من ٢٠٠٢/١/٢ إلى ٩/٣٠/ ٢٠٠٣ وتتكون من ٤٣١ مشاهدة وفترة التنبؤ Expost Forecast والتى تغطى الفترة من ٢٠٠٣/١٠/١ إلى ١٢/١١/ ٢٠٠٣ وتتكون من ٤٨ مشاهدة

٦- النماذج المستخدمة :

يركز هذا البحث على وصف وشرح نموذجين يعتمد كلاً منهما على تحليل السلاسل الزمنية ، كما يفترض أن سعر الأسهم P(t) تسجل على فترات زمنية ثابتة . ويتم إختيار وتحديد هذين النموذجين بفحصهما بعناية ، حيث تتسم البيانات التى يتم التطبيق عليها بمجموعة من السمات الرئيسية وهى التكرارات العالية - عدم الثبات للوسط والتباين - التقلبات الشديدة . نستطيع أن نرى هذه الخصائص واضحة فى الشكل (١) التالى :

شكل (١)
التوقيع البيانى لسلسلة أسعار الأسهم للشركة المصرية لمدينة الإنتج الإعلامى



ويتم وصف وشرح النموذجين إعتماداً على أن قيم السعر مسجلة على فترات متساوية وثابتة وهو اليوم الواحد . كما أن خطوات بناء النموذج تتم على أربع مراحل (Milles, 1990) وذلك للحصول على نموذج جيد والمراحل هى :

١- مرحلة التعرف المبدئى على النموذج أو النماذج التى تبدو ملائمة للبيانات Model Identification .

٢- تقدير معالم النموذج أو النماذج فى المرحلة السابقة Estimation .

٣- إجراء إختبارات تشخيصية للنموذج أو النماذج Diagnostic Checking . وذلك لتحديد أنسبها تمثيلاً للبيانات فإذا لم يوجد نموذج مناسب نعود ثانية إلى المرحلة الأولى ثم مرحلة التقدير ثم الإختبارات التشخيصية ...وهكذا ، وفى حالة وجود نموذج مناسب ننتقل إلى الخطوة التالية .

٤- إستخدام النموذج الأنسب فى التنبؤ بالقيم المستقبلية للظاهرة Forecasting .

ومن العرض السابق نستطيع أن نعرض الأساس الرياضى لنموذج ARIMA والتى قدمها بوكس وجينكز ونموذج دالة التحويل Transfer Function.

٦-١ نموذج تحليل السلاسل الزمنية (ARIMA)

هذا النموذج يتم تطبيقه على تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ بأسعار أسهم الشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى وقدمه بوكس وجينكنز Box-Jenkins ويعد من أهم الأساليب المستخدمة فى تحليل السلاسل الزمنية (والتر ، ١٩٩٢) ويستخدم فى التنبؤ قصير الأجل وذلك لأن معظم هذه النماذج تعتمد على الماضى القريب وليس البعيد . ويتم إختيار النموذج المناسب من بين مجموعة كبيرة من النماذج وذلك من خلال الأربع مراحل التالية :

المرحلة الأولى : تحديد النموذج Model Identification

تتناول هذه المرحلة التأكد من سكون السلسلة الزمنية بمعنى أن يراعى ثبات الوسط الحسابى والتباين وإستقلال معاملات الإرتباط الذاتى وإذا لم تتوافر شروط السكون فإنه يمكن تحويل السلسلة غير الساكنة إلى سلسلة ساكنة بأخذ الفروق لتثبيت الوسط الحسابى للسلسلة ومن ثم التخلص من الإتجاه العام ، وكذلك إستخدام

التحويلة اللوغاريتمية أو تحويلة الجذر التربيعى لتثبيت التباين . وينعكس سكون السلسلة على سلوك دالة الإرتباط الذاتى ودالة الإرتباط الذاتى الجزئى حيث تقترب من الصفر بسرعة كافية عند زيادة الفجوات الزمنية . ومن المفيد أن نستعين ببعض المعايير الإحصائية الأخرى مثل خرائط تباين البواقى ومعيار أكايكى للمعلومات (AIC) ومعيار بييز (SBC) ، ومن الناحية العملية نجد أن معظم السلاسل الزمنية تتصف بعدم السكون لذلك يجب تحويلها إلى سلسلة زمنية ساكنة لذلك سيعرف المتغير w_t كالتالى :

$$w_t = \nabla^d p_t$$

حيث : ∇ تشير إلى مشغل الفروق Differencing Operator ، d تمثل رتبة الفروق . وبالتالى يكون لدينا نموذج إنحدار ذاتى ومتوسطات متحركة تكاملية ويشير إليها ARIMA(p,d,q) ومعادلتها على الصورة التالية :

$$\phi(B)\nabla^d p_t = \theta(B)\varepsilon_t + \delta$$

$$Or \quad \phi(B) w_t = \theta(B)\varepsilon_t + \delta$$

حيث :

$$\phi(B) = 1 - \sum_{i=1}^{\Phi} \phi_i B^i = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \ldots\ldots - \phi_p B^p$$

$$\theta(B) = 1 - \sum_{i=1}^{\Theta} \theta_i B^i = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \ldots\ldots - \theta_p B^p$$

$\phi(B)$ مشغل الإنحدار الذاتى ، $\theta(B)$ مشغل المتوسطات المتحركة ،و كذلك:

$$\mu_w = \frac{\delta}{1 - \phi_1 - \phi_2 - \ldots\ldots - \phi_p}$$

ويمكن أن نفترض أن δ = صفر حيث w_t هى عبارة عن تشتت القيم عن الوسط الحسابى ، وعلى ذلك فإن الصورة النهائية للمعادلة هى :

$$\phi(B) w_t = \theta(B)\varepsilon_t$$

المرحلة الثانية : التقدير Estimation

يتم تقدير معالم النموذج المرشح فى المرحلة الأولى وذلك إما بإستخدام طريقة المربعات الصغرى أوطريقة الامكان الأعظم . حيث يتم إختيار تقديرات المعالم التى تجعل مجموع مربعات الفروق ε_t بين السلسلة الزمنية الفعلية $w_t = \nabla^d p_t$ والسلسلة الزمنية المقدرة $\hat{w}_t$ أقل مايمكن: أى أن :

$$S(\phi, \theta) = \sum \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = \theta^{-1}(B)\phi(B) w_t$$

وقد إتضح أن تقديرات المربعات الصغرى هى نفسها تقديرات الامكان الأعظم.

المرحلة الثالثة : فحص النموذج Diagnostic Checking

يتم إجراء بعض الاختبارات التشخيصية لمعرفة مدى ملائمة النموذج المقدر وذلك من خلال تحليل البواقى ، ولكى تكون الأخطاء مرضية للنموذج يجب أن تكون متغيرات عشوائية بحته بمعنى أن متوسطها الصفر وتباينها ثابت وللتحقق من نجرى إختبار الاحصاء (Ljung- Q Box) للتعرف على مدى ملائمة النموذج ككل (Pankratz, 1983).

المـــرحلة الـــرابعة : التنـــبؤ Forecasting

بعـد تحديد النموذج الأكثر ملائمة فـــى التنـــبؤ ولقـياس دقة التنبؤ نستخدم المعايـــير الإحصـــائية التالـــية : معـــيار المتوســـط النســـبى المطلق لخطأ التنبؤ Mean Absolute Relative Prediction Error (MARPE) ومعيار المتوسط النسبى لمجموع مربعات الأخطاء Mean Squared Relative Prediction Error (MSRPE) ومعيار الجـــذر التربيعى لمتوسط مربعات الخطأ (RMSPE) Root Mean Squared Prediction Error .

٦-٢ نمـوذج دالـة الـتحويل The Transfer Function Model

نمـــوذج دالـــة الـــتحويل The Transfer Function Model هـــو نموذج يجمع بين نموذج الإنحدار ونموذج السلاســـل الزمنية ARIMA ، فهو بديل لـــنموذج الإنحـــدار الذاتـــى-المتوسطات المـــتحركة المـــتعدد Multivariate Autoregressive -Moving Average Model (MARMA Model) . أو بمعـــنى أخر هو أسلوب يقيم علاقة تربط بين سلسلة زمنية من المخرجات Output Time Series وسلســـلة زمنـــية مـــن المدخلات Input Time Series والعديد مـــن المدخـــلات الأخرى التى تؤثر على المدخلات والتى جمعت فى مجموعة واحدة وســـميت بالعشوائية (Pindych, Noise 1991) .

ومـــن ناحـــية أخرى تعرضنا فى البحث السابق لنموذج الإنحدار الديناميكى ووصـــلنا إلـــى الشكل المناسب له وكذلك نمـــوذج السلاســـل الزمنـــية ARIMA ووصلنا أيضاً إلى الشكل المناسب له ، وتم تطبيقهما على بيانات أسعار أسهم الشركة المصـــرية لمدينة الإنتاج الإعلامى وتمت المفاضـــلة بيـــنهما ووصلنا إلى أن أفضل نمـــوذج فى التنبؤ هو نموذج ARIMA . ولمـــا كان هدفنا هو تحقيق أعلى معدلات مـــن الدقة والكفاءة فى التنبؤ فيلزم لنا أن نصل بخطأ التنبؤ إلى أقل حد ممكن . ومن هـــذا المنطلق فقد تم دمج النموذجين الذين تـــم التوصـــل إليهما معاً لنصل إلى شكل جديد من النماذج وهو نموذج دالة التحويل.

ويمكن بصفة عامة صياغة نموذج دالة التحويل فى الصورة التالية :

$$p_t = c + w^d(B)d_t + w^p(B)p_t + N_t$$

Where :

$$N_t = \frac{\theta(B)}{\phi(B)}\varepsilon_t$$

حيـــث: p_t السعر عند الزمن t ، c ثابـــت ، d_t كمية تداول الأسهم عند الزمـــن t ، $w^d(B), w^p(B)$ همـــا دوال كثـــيرات الحدود ، B تمثل مشغل الإزاحة للخلـــف Back shift Operator ، N_t حد الخطأ .

$$w^p(B)=\sum_{i=1}^{k} w_i^p B^i = w_1^p B + w_2^p B^2 + \ldots\ldots \pm w_k^p B^k$$

$$w^d(B)=\sum_{i=0}^{k} w_i^d B^i = 1 + w_1^d B + w_2^d B^2 + \ldots\ldots \pm w_k^d B^k$$

$$where B^i x_t = x_{t-i}$$

ويجب مراعاة أن كلاً من سلسلة المدخلات وسلسلة المخرجات فى المعادلة السابقة يجب أن تكون سلسلة ساكنة فى الوسط الحسابى والتباين ولا تحتوى على عنصر موسمى ، وفى سبيل ذلك يجب أخذ الفروق للتخلص من الإتجاه العام وإستخدام التحويلات إذا وجد عدم ثبات للتباين .

وفيما يتعلق بتوصيف النموذج فيتم التوصل إليه من خلال خليط من النظرية الإقتصادية ووسائل الإقتصاد القياسى كما فى تحليل الإنحدار ، بينما التوصل إلى جزء السلاسل الزمنية أى $\theta(B), \phi(B)$ من خلال تحليل البواقى فى النموذج الهيكلى ، أما فيما يتعلق بتقدير معالم النموذج فإنه يمكن إتباع إحدى الطريقتين :

الطريقة الأولى : تقدير كل معالم النموذج آنياً متضمنة المعالم $C, w^d(B), w^p(B)$ لمعادلة الإنحدار الديناميكى والمعالم $\theta_1, \ldots\ldots, \theta_q, \phi_1, \ldots\ldots, \phi_p$ لنموذج السلسلة الزمنية .

الطريقة الثانية : تقدير معالم نموذج ARIMA لسلسلة البواقى من معادلة الإنحدار الديناميكى والتى تظل بنفس قيم المعالم المقدرة بها ، ثم إحلال هذا النموذج (بنفس تقديراته) محل حد الخطأ فى معادلة الإنحدار الديناميكى .

ومن المرجح أن يمدنا هذا النموذج بتنبؤات أفضل من تلك التى تمدنا بها معادلة الإنحدار الديناميكى بمفردها أو نموذج السلاسل الزمنية بمفرده ، حيث أن هذا النموذج المركب يتضمن تفسيراً هيكلياً لذلك الجزء من تباين P(t) والذى يمكن تفسيره هيكلياً ، وتفسير سلاسل زمنية لذلك الجزء من تباين P(t) والذى لا نستطيع تفسيره هيكلياً (محمد عبد السميع،١٩٩٣).

٧- الدراسة التطبيقية :

حيث أن الغرض من أستعراض النماذج السابقة هو التنبؤ ، فيمكن تطبيق هذه النماذج على بيانات الأسعار اليومية لأسهم الشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى فى البورصة المصرية . وللوصول إلى نموذج مقترح للتنبؤ يتم مقارنة نتائج النموذجين لتحديد أفضلهما بغرض التنبؤ . حيث كانت نتائج تطبيق هذين النموذجين كما يلى :

٧-١ الدراسة التطبيقية بإستخدام نموذج ARIMA :

سبق الوصول إلى ترشيح نموذج ARIMA(1,0,1) فى البحث السابق لنفس البيانات السابق ذكرها حيث يمكن كتابته على النحو التالى :

$$(1-\phi(B))\, p_t = (1-\theta(B))\varepsilon_t$$

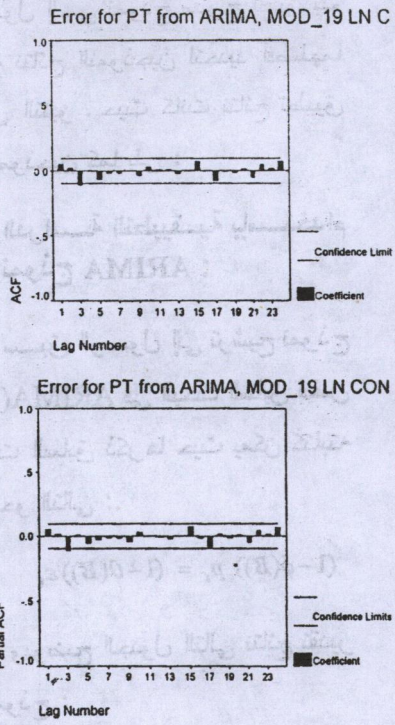
ويوضح الجدول التالى نتائج تقدير هذا النموذج :

	B	SEB	T-RATIO	APPROX. PROB.
AR1	.9643106	.01247665	77.289227	.0000000
MA1	-.3819860	.04532190	-8.428288	.0000000
CONSTANT	2.2598684	.04593189	49.200423	.0000000

ولاختبار مدى ملائمة النموذج نلاحظ معنوية كل من $\hat{\phi}$, $\hat{\theta}$ والمقدار الثابت ، ومن خلال فحص دالتى الإرتباط الذاتى والإرتباط الذاتى الجزئى المقدرة للبواقى شكل رقم (٢) نستطيع القول أن البواقى تتبع عملية تغيرات عشوائية بحتة ، حيث لا يوجد معاملات إرتباط ذاتى تتعدى حدى الثقة ، وكذلك فإن قيمة (Q = 1.112) بإحتمال قدره (Prob. = .292) ، مما يؤكد عدم اختلاف معاملات الإرتباط الذاتى للبواقى معنوياً عن الصفر .

شكل (٢)

دوال الإرتباط الذاتى والجزئى لبواقى النموذج ARIMA(1,0,1)



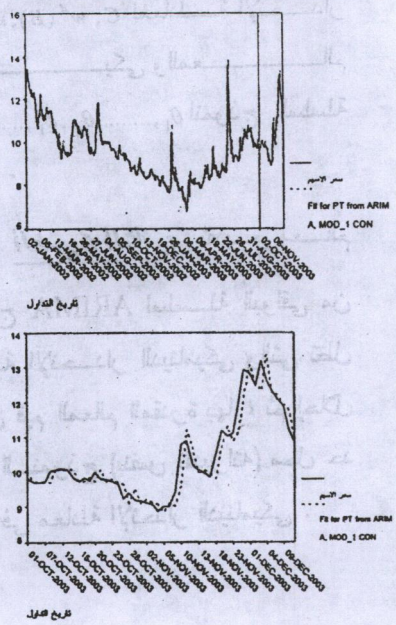
وقد تم ترشيح بعض النماذج للتأكد من أفضل نموذج الذى تم التوصل عليه حيث تم التأكد من ذلك من خلال ثلاثة معايير هى الخطأ المعيارى للتقدير ومعيار AIC ومعيار SBC فكانت النتائج للنموذج المقترح كما يلى .

St. Error	AIC	SBC
.02613883	-1911.8579	-1899.6596

ويمكن الحكم على دقة التنبؤ لهذا النموذج من خلال التوقيع البيانى للقيم الفعلية والقيم المقدرة بإستخدام النموذج ARIMA(1,0,1) ويوضح ذلك الشكل رقم (٣) التالى :

شكل (٣)

التوقيع البيانى للقيم الفعلية والقيم المقدرة بإستخدام النموذج ARIMA(1,0,1)

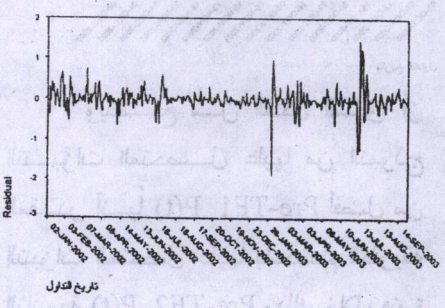


٢-٧ الدراسة التطبيقية باستخدام نموذج دالة التحويل :

يمكن تطبيق نموذج دالة التحويل Transfer Function على بيانات أسعار الأسهم للشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى ، حيث ينصب الإهتمام أولاً على التعرف على النموذج المناسب من خلال دراسة سلسلة البواقى ، ويعرض الشكل رقم (٤) التوقيع البيانى لسلسلة البواقى ، حيث يتضح لنا ثبات الوسط الحسابى كذلك نلاحظ سكون السلسلة من حيث التباين فالتذبذبات إلى حد ما ثابتة ولذلك فليس هناك حاجة إلى أخذ أى تحويلات خاصة بتثبيت التباين .

شكل (٤)

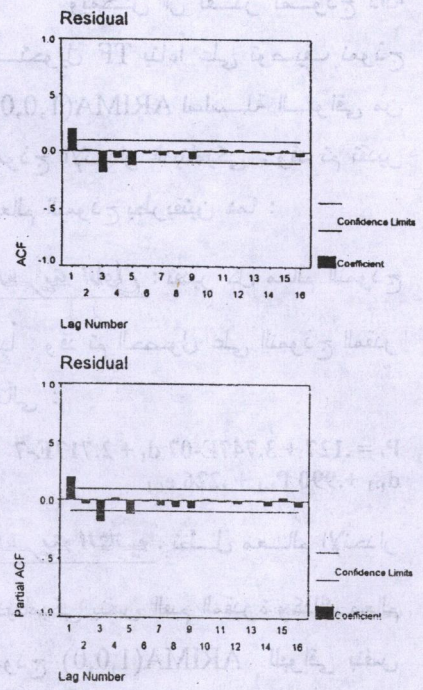
التوقيع البيانى لسلسلة البواقى لنموذج دالة التحويل



وللتعرف على النموذج الملائم للتعبير عن سلسلة البواقى فقد حسبت دوال الإرتباط الذاتى ودوال الإرتباط الذاتى الجزئى والتى نعرضها فى الشكل رقم (٥) التالى :

شكل (٥)

دوال الإرتباط الذاتى والجزئى لسلسلة البواقى



وبفحص دوال الإرتباط الذاتى والجزئى يتضح أن هناك معنوية عند الفجوات ١ ، ٣ ، ٥ ثم تتجه بعد ذلك نحو الصفر ، مما يعنى إمكانية التعبير عن سلسلة البواقى لنموذج الإنحدار الديناميكى بنموذج AR(1),AR(3),AR(5) ، وقد تبين من نتائج التحليل إلى أن أفضل نموذج AR(1) وذلك من خلال إستخدام مجموعة من المعايير وهى تباين الخطأ ومعيار AIC ، SBC . ويعرض الجدول التالى نتائج تقدير النموذج ARIMA(1,0,0) لسلسلة البواقى من نموذج الإنحدار الديناميكى .

The Model	Estimate	St. error	T-Ratio	Approx. Prob.
$AR(1) = (1-\phi_1 B)$	$\hat{\phi}_1 = .1987$	.04734	4.1976	.0000

ويمكن أن نقدر نموذج دالة التحويل TF بناءاً على توصيف نموذج ARIMA(1,0,0) لسلسلة البواقى من نموذج الإنحدار الديناميكى . وقد تم تقدير معالم النموذج بطريقتين هما :

الطريقة الأولى : تقدير كل معالم النموذج آنياً . وقد تم الحصول على النموذج المقدر التالى :

$$P_t = .127 + 3.747E\text{-}07\ d_t + 2.717E\text{-}7\ d_{t-1} + .990\ P_{t-1} + .226\ e_{t-1}$$

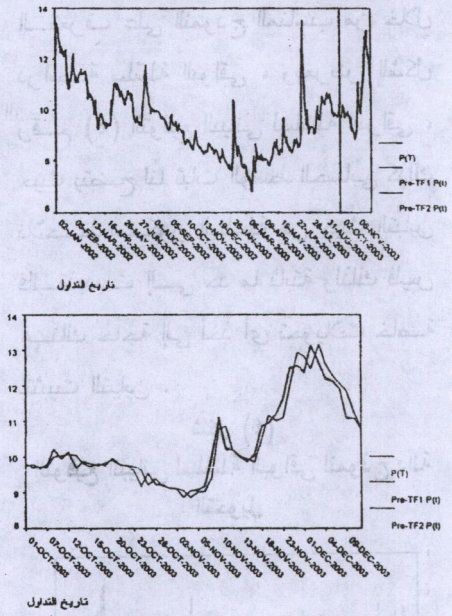
الطريقة الثانية : تظل معالم الإنحدار الديناميكى بنفس القيم المقدرة وكذلك معالم نموذج ARIMA(1,0,0) للبواقى بنفس القيم المقدرة ، فنحصل على النموذج التالى:

$$P_t = .168 + 4.824E\text{-}07\ d_t + 3.566E\text{-}07\ d_{t-1} + .987\ P_{t-1} + .1987\ e_{t-1}$$

ويوضح الشكل رقم (٦) القيم الفعلية P(t) والقيم المقدرة بإستخدام نموذج دالة التحويل المقدر آنياً Pre-TF1 P(t) والقيم المقدرة بإستخدام الطريقة الثانية Pre-TF2 P(t) وذلك خلال فترة العينة وفترة التنبؤ .

شكل (٦)

القيم الفعلية والقيم المقدرة بإستخدام نموذج دالة التحويل بالطريقة الأولى والثانية خلال فترة العينة وفترة التنبؤ

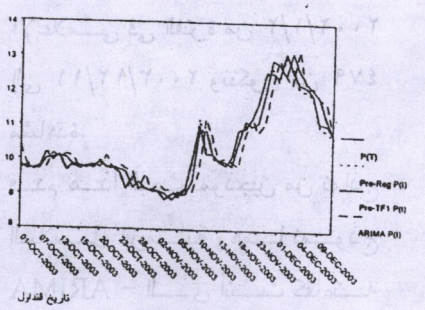


ويتضح من الشكل السابق أن التنبؤات المتحصل عليها من النموذج المقدر آنياً Pre-TF1 P(t) أفضل من التنبؤات المتحصل عليها بإستخدام الطريقة الثانية Pre-TF2 P(t) وذلك خلال فترة العينة وفترة التنبؤ ، حيث تم التأكد من ذلك بإستخدام معايير قياس دقة التنبؤ وهم معيار المتوسط النسبى المطلق لخطأ التنبؤ MARPE ومعيار المتوسط النسبى لمجموع مربعات الأخطاء MSRPE ومعيار الجذر التربيعى لمتوسط مربعات الخطأ RMSPE المحسوبة خلال فترة التنبؤ والتى يعرضها الجدول التالى :

	MARPE	MSRPE	RMSPE
Pre-TF1 P(t)	1.963E-02	6.861E-04	3.076E-02
Pre-TF2 P(t)	2.055E-02	7.662E-04	3.205E-02

شكل (٧)

التوقيع البيانى للسلسلة الأصلية P(t) وللسلسلة المقدرة بإستخدام نموذج دالة التحويل Pre-TF1 P(t) و للسلسلة المقدرة بإستخدام نموذج ARIMA وللسلسلة بإستخدام الإنحدار الديناميكى Pre-Reg P(t)



ويتبين من الشكل السابق أن سلسلة القيم المقدرة بإستخدام نموذج دالة التحويل Pre-TF1 P(t) هى الأقرب إلى سلسلة القيم الفعلية P(t) ، كما يتضح من مقارنة قيم المعايير الإحصائية لقياس دقة التنبؤ وهم MARPE و MSRPE و RMSPE المحسوبة خلال فترة التنبؤ والتى يعرضها الجدول التالى :

٣-٧ المقارنة بين نموذج دالة التحويل TF ونموذج ARIMA ونموذج الإنحدار الديناميكى :

من المفيد أن نقارن بين نموذج دالة التحويل والتى تم تقديرها فى هذا البحث ونموذج ARIMA(1,0,1) ونموذج الإنحدار الديناميكى التى تم تقديرهما فى البحث السابق (البيومى ، تحت النشر) وذلك لأن الهدف من البحث هو الوصول لأفضل نموذج للتنبؤ بأسعار الأسهم بالتطبيق على الشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى ، وعلى ذلك يتم التوقيع البيانى للسلسلة الأصلية P(t) وللسلسلة المقدرة بإستخدام نموذج دالة التحويل Pre-TF1 P(t) وللسلسلة المقدرة بإستخدام نموذج ARIMA وللسلسلة بإستخدام الإنحدار الديناميكى Pre-Reg P(t) ، وذلك فى فترة التنبؤ والتى يوضحها الشكل التالى :

	MARPE	MSRPE	RMSPE
Pre-TF1 P(t)	1.963E-02	6.861E-04	3.076E-02
ARIMA	2.504E-02	1.137E-03	5.374E-02
Dynamic Reg.	2.662E-02	1.296E-03	6.016E-02

أى أن نموذج دالة التحويل هو أفضل النماذج الثلاثة وذلك من خلال الثلاث معايير السابقة .

٨- الخلاصة والتوصيات :

يمكن بلورة خلاصة هذا البحث فى عدة النقاط التالية :

١) إعتمد تطبيق النماذج المقدمة فى هذا البحث على بيانات أسعار الأسهم للشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى فى الفترة من ٢٠٠٢/١/٢ إلى ٢٠٠٣/١٢/١١ وتتكون من ٤٧٩ مشاهدة.

٢) قدم هذا البحث نموذجين من نماذج السلاسل الزمنية وهما نموذج ARIMA - الذى أثبت كفاءته التنبؤية عن نموذج الإنحدار الديناميكى (البيومى ، تحت النشر) - ونموذج دالة التحويل الذى تم بناؤه من خلال عملية دمج نموذجى الإنحدار الديناميكى و ARIMA كمدخل جديد فى عملية التنبؤ .

٣) إعتمد تطبيق النماذج بصورة على التنبؤ بشكل عام وخصوصاً التنبؤ قصير الأجل .

٤) أوضحت نتائج هذا البحث بعد إجراء المقارنات بين الثلاث نماذج السابقة أن دقة وأفضلية التنبؤات المتحصل عليها من نموذج دالة التحويل بالمقارنة بالنتائج المتحصل عليها من النموذجين الأخرين ، الأمر الذى يبين أهمية هذا النموذج فى إستخدامه فى عملية التنبؤ.

كما يمكن عرض **توصيات** البحث فى النقاط التالية :

١) إضافة مدخلات جديدة لإثراء النموذج المقترح ، وفحص مدى فاعلية وحساسية النموذج .

٢) إعطاء عنصر الموسمية إعتبار فى الأبحاث القادمة ، حيث أغفل هذا البحث هذا العنصر .

٣) الإهتمام بالتنبؤ فى حالة التباين الشرطى فى ظل عدم ثباته وبالأخص عند إستخدام المشاهدات التى تتكرر بشكل كبير كالبيانات اليومية .

٩-المراجع :

١) البيومى عوض طاقية ، "المقارنة بين نموذج الإنحدار الديناميكى ونماذج السلاسل الزمنية لبوكس وجينكنز فى التنبؤ بالتطبيق على أسعار الأسهم فى البورصة المصرية" ، المجلة المصرية للدراسات التجارية ، كلية التجارة ، جامعة المنصورة ، تحت النشر .

٢) أمال السيد مبارك (١٩٩٨) ، "التنبؤ بإستخدام الجمع بين أسلوبى تحليل الإنحدار وتحليل السلاسل الزمنية: التطبيق على الودائع الجارية بالعملة المحلية" ، رسالة ماجستير ، كلية التجارة ، جامعة المنصورة .

٣) محمد عبد السميع عنانى (١٩٩٣) ، "**مبادئ الإقتصاد القياسى النظرى والتطبيقى**" ، مطابع الهدى ، الزقازيق ، الطبعة الثانية .

٤) والتر فاندل (١٩٩٢) ، "السلاسل الزمنية من الوجة التطبيقية ونماذج بوكس وجينكنز" ، تعريب عبد المرضى عزام ومراجعة أحمد حسين هارون ، دار المريخ للنشر ، الرياض .

5) Agustin M. C., Jose I. F., (2001), "New Forecasting Method for the Residual Demand Curves Using Time Series (ARIMA) Models", **International Journal of Forecasting**, Vol. 17.

6) George E. A., (2002), "Transfer Function Computation for Multidimensional Systems", **Multidimensional Systems and Signal Processing**, Vol. 13, PP. 419-426.

7) Guerrero V. M., Pena D., (2000), "Linear Combination of Restrictions and Forecasting in Time Series Analysis", **Journal of Forecasting**, Vol. 19, PP. 103-122.

8) Hector A. Valle S., (2002), "Inflation Forecasting with ARIMA and Vector Autoregressive Models in Guatemala", **Working Paper**, Economic Research Department, Banco De Guatemala.

9) Hoffmann G. R., (1998), "Modeling Multiple Nonlinear Time Series: a Graphical Approach to the Transfer Function", **Statistics In Medicine**, Vol. 8, PP. 23-49.

10) Javier C., Francisco J. N., Antonio J. C., (2003), "ARIMA Models to Predict Next-Day Electricity Prices" **IEEE Transactions on Power Systems**, Vol. 18, No. 3.

11) Kevin A., Jonathan A., (1999), "Forecasting Using a Periodic Transfer Function: with an Application to the UK Price of Ferrous Scrap", **International Journal of Forecasting**, Vol. 15, PP. 409-419.

12) Lui L. M., (1991), "Dynamic Relationship Analysis of US Gasoline and Crude Oil Prices", **Journal of Forecasting**, Vol. 10, PP. 521-547.

13) Lui L. M., Harris J. L., (1993), "Dynamic Structural Analysis and Forecasting of Residential Electricity Consumption", **International Journal of Forecasting**, Vol. 9, PP. 437-455.

14) Marcelo S. P., (1998), "Inflation, Unemployment and Monetary Policy in Brazil", **Anais do XXVI Encontro Brasiliro de Economia**, Vol. 2.

15) Milles T. C., (1990), "**Time Series Techniques for Economics**", 1st. ed., London, Cambridge University Press.

16) Pankratz A., (1983), "**Forecasting with Univeriate Box-Jenkins Models-Concepts and Cases**", John Wiley and Sons, Inc.

17) Pindych R. S., and D. L. Rubinfeld, (1991), "**Econometric Models and Economic Forecast**", McGraw-Hill, Inc.

18) Robert S. P., Daniel L. R., (1998), "**Econometric Models and Economic Forecasts**", Fourth Edition, New York, McGraw-Will, Inc.

19) Yang Y., (2001), "Combining Time Series Models for Forecasting", **Journal of American Statistical Association**, Vol. 96, PP. 574-588.