المقارنة بين نموذج الإنحدار الديناميكى و نماذج السلاسل الزمنية لبوكس وجينكنز فى التنبؤ بالتطبيق على أسعار الأسهم فى البورصة المصرية

دكتور

البيومى عوض عوض طاقية

مدرس بقسم الإحصاء التطبيقى والتأمين

كلية التجارة-جامعة المنصورة

ملخص :

تشهد البورصة المصرية حالة من التغيرات والتقلبات السريعة والمستمرة فى أسعار الأسهم ، مما يظهر حاجة الشركات والمستثمرين إلى أدوات تنبؤية قصيرة الأجل لأسعار تلك الأسهم فى المستقبل القريب. وتوجد العديد من الأساليب الإحصائية التى يمكن أن تستخدم فى هذا المجال وتجعل تلك الأسعار المتنبؤ بها حاسمة لقرارات المستثمرين و تضمن لهم تحقيق الحد الأعلى من المزايا والفوائد المتعلقة بتلك القرارات . ويستخدم هذا البحث نموذجين للتنبؤ بالقيم المستقبلية لأسعار الأسهم ، هما نموذج الإنحدار الديناميكى ونماذج بوكس وجينكنز أو مايطلق عليها نماذج ARIMA ، كما أهتم البحث بالمقارنة بين هذين الأسلوبين من حيث كفاءتهما فى التنبؤ . وقد طبقت تلك الأساليب على بيانات أسعار أسهم الشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى ، وأظهرت النتائج دقة التنبؤات المتحصل عليها من نموذج ARIMA مقارنة بنموذج الإنحدار الديناميكى .

١- مقدمة :

يقف الإقتصاد المصرى فى الآونة الأخيرة على أعتاب مرحلة جديدة للإصلاح الإقتصادى والهيكلى للوصول إلى حالة الإستقرار المالى والنقدى . وللوصول إلى هذا الغرض كان لابد من تنشيط وتطوير سوق الأوراق المالية لكونه مركزاً لتجمع عناصر العرض والطلب على رؤوس الأموال والمدخرات وتوجيهها نحو الإستثمارات الناجحة التى تفرزها تحركات الأسعار (بنك الإسكندرية ، ١٩٩٣) . ولهذا بادرت الحكومة المصرية بالعمل على تنشيط دور السوق مما أدى إلى إرتفاع حجم التعامل السنوى إرتفاعاً ملحوظاً وزيادة عدد الشركات المقيدة فى سوق الأوراق المالية فى مصر وإدراج السوق المصرية طبقاً لتقديرات الهيئات المالية الدولية (مركز المعلومات ، أعداد متنوعة) ضمن الأسواق الصاعدة لتميزه بنشاط ملحوظ فى مختلف جوانب الأداء

التسويقى مع إرتباطه أيضاً بمعدلات نمو متزايدة .

ومن ناحية أخرى يعتبر تحليل الإنحدار من الطرق الشائعة الإستخدام فى شرح التغيرات المستقبلية لمتغير معين والتنبؤ بها (محمد عبد السميع، ١٩٩٣) ، غير أنه فى بعض الحالات قد يكون من الصعب إيجاد التغيرات فى المتغير التابع لعدم توافر البيانات عن المتغيرات التفسيرية ، وحتى عندما تتوافر تلك البيانات فإن تقدير النموذج قد ينتج عنه أخطاء معيارية كبيرة بدرجة تجعل معظم المعالم المقدرة غير معنوية ، وحتى إن توافرت تلك البيانات وتحققت معنوية النموذج فإننا لا نستطيع التنبؤ بقيمة المتغير التابع فى المستقبل وذلك لعدم توافر بيانات عن المتغيرات التفسيرية فى الفترة المستقبلية .

ونظراً للمشاكل التى تعترض تحليل الإنحدار عند التنبؤ ببعض الظواهر المختلفة كان لابد من إستخدام أسلوب بديل للتنبؤ ، ويعد أسلوب تحليل السلاسل الزمنية من البدائل الهامة لنماذج الإنحدار (William, 2000) وقد أستخدم هذا الأسلوب على نطاق واسع فى الكثير من التطبيقات الإحصائية والإقتصادية وكذلك فى المجالات الإدارية والمحاسبية ، حيث يتم التنبؤ بالتغيرات المستقبلية للمتغير التابع وفقاً لهذا الأسلوب بالإعتماد على سلوك هذا المتغير فى الماضى ، كما يوجد العديد من الطرق التى تستخدم فى التنبؤات المستقبلية ، منها الطرق التقليدية والطرق الحديثة فى التنبؤ .

وقد ظهرت العديد من المحاولات للتنبؤ بقيم الظواهر بإستخدام أسلوب تحليل السلاسل الزمنية ، فقد قام (Enany, 1988) بعرض نماذج السلاسل الزمنية الشائعة الإستخدام وتوضيح خصائصها ووصف المعايير والأساليب الرئيسية المستخدمة فى تحديد درجات هذه النماذج ومن تلك المعايير : خرائط تباين البواقى – دالة الأرتباط الذاتى الجزئى – خطأ التنبؤ النهائى لأكايكى – معيار أكايكى للمعلومات – معيار بيز للمعلومات – فحص دالة الإرتباط الذاتى .

أما دراسة (فؤاد الليثى ، ١٩٨٨) فقد طبقت أسلوب تحليل الإنحدار وتحليل السلاسل الزمنية فى مجال المحاسبة ، حيث تناولت إختبار ومقارنة فاعلية إستخدام هذين الأسلوبين وتم إجراء مقارنة بين نتائج القدرة التنبؤية بإستخدام نموذج الإنحدار المتدرج Stepwise Regression ونماذج بوكس وجينكنز ARIMA وقد أثبتت نماذج بوكس وجينكنز كفاءتها .

وفى دراسة (Abdel-Aty,1989) تم عرض خطوات طريقة بوكس وجينكنز لتقدير التغيرات الموسمية

فى مبيعات إحدى الشركات التجارية ، وتم تحويل السلسلة الزمنية من سلسلة غير ساكنة إلى سلسلة ساكنة ، كما تم إختبار البواقى فى النموذج المقترح بإختبار دالة الإرتباط الذاتى للبواقى وكانت نتيجة الإختبار أن النموذج المقترح ملائم للسلسة الزمنية .

أما دراسة (Ibrahim, 1992) فقد استخدم نموذج ARIMA للتنبؤ بحجم الودائع فى البنوك التجارية فى ج.م.ع وتم تحديد أربع نماذج من نماذج ARIMA تبعاً لأنواع الودائع (ودائع إدخارية وودائع تحت الطلب) وإستخدم مجموعتين من البيانات (بيانات شهرية وبيانات ربع سنوية) . وقد أوضحت الدراسة أن تحليل السلاسل الزمنية لكل من الودائع الإدخارية والودائع تحت الطلب سلسلة زمنية غير ساكنة .

وفى دراسة (محمد مصطفى ، ١٩٩٩) استخدم نماذج بوكس وجينكنز للوصول إلى أفضل نموذج إحصائى للتنبؤ بحجم الحصيلة الجمركية السنوية فى مصر ، حيث تم عرض الخطوات المختلفة لنماذج بوكس وجينكنز وإستخدمت ثلاث أنواع من البيانات (سنوية – ربع سنوية – شهرية) ، وقد أوصت الدراسة على أهمية إستخدام أسلوب بوكس وجينكنز كأحد أساليب التنبؤ فى شتى المجالات المختلفة مع أهمية توافر قاعدة بيانات خاصة ببيانات السلاسل الزمنية .

و أهتمت 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 وذلك بالمقارنة بالتنبؤات المتحصل عليها من تحليل الإنحدار أو السلاسل الزمنية .

وفى دراسة (Agustin, 2001) إهتمت 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 وتم المقارنة بينهم ووجد أن التقدير المرجح أفضلهم.

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 .

وإنطلاقاً مما أسفرت عنه الدراسات السابقة ، يسعى هذا البحث إلى التنبؤ قصير الأجل (اليوم الواحد) لأسعار الأسهم فى البورصة المصرية ، حيث أن

هذه البيانات تتسم بالآتى : تكرارت عالية – عـدم ثـبات الوسط والتباين – التقلبات العالـية – النسب العالية فى الأسعار غير العادية . وعلى ذلك فقد تم إختيار نموذجين من نماذج السلاسل الزمنية ألا وهما نموذج الإنحـدار الديناميـكى Dynamic (Robert,1998) Regression Model ونماذج ARIMA بوكس وجينكنز Box-Jenkins (Christiaan,1997) حيـث أنهمـا مـن أهم الأساليب المستخدمة فى تحلـيل وبناء نماذج السلاسل الزمنية كما يـتفقان مـع طبـيعة وخصائص البيانات المسـتخدمة فـى التطبيق . ولما كان من أهـداف هـذا البحث الوصول إلى أفضل نموذج للتنبؤ بأسعار الأسهم فى البورصة المصرية فكان لابد من المفاضلة بين هذين النموذجين والوصول إلى قرار بشأن أيهما الأفضل والأكفأ .

٣- هدف البحث :

ويهـدف هذا البحث إلى الوصول لأفضـل نموذج للتنبؤ بأسعار الأسهم فى البورصة المصرية بالتطبيق على الشركة المصـرية لمدينة الإنتاج الإعلامى. وذلك من خلال إجراء مقارنة بين كلاً من نموذج الإنحـدار الديناميـكى ونمـوذج السلاسل الزمنـية لبوكس وجينكنز ARIMA من حيث إختبار ومقارنة فاعلية القدرة التنبؤية لكل نموذج للوصول إلى قرار بشأن أيهما الأفضل والأكفأ .

٣- أهمية البحث :

تتمـثل الأهمية العلمية للبحث فى الوصول إلى نموذج إحصائى يعطى أفضل وأدق التنـبؤات من خلال توضيح الكيفية الـتى يتم بها إختيار أفضل نموذج من بين الـنماذج المخـتلفة مع الأخذ فى الإعتبار أهمـية العلاقة بيـن المتغير التابع P(t) والمتغير التفسيرى d(t) . أما من الناحية التطبيقية فإنه من المعلوم أن أسعار الأسهم فى البورصة المصرية من العناصر الهامة فـى نجـاح وتنفيذ الخطط والمشروعات والتى بدورها تؤثر على النشاط الإقتصادى للدولـة ، وأى خلل فى عملية التنبؤ تؤدى حـتماً إلـى سـوء تنفـيذ تلـك الخطط والمشـروعات ، حيـث أن التنبؤ بأسعار الأسـهم للشـركات يعكـس حالة النشاط الإقتصادى من حيث الرواج أو الإنكماش ، ولايخفى أن التنبؤ بالمستقبل بأساليب علمية دقـيقة هـو أساس عملية التخطيط الجيد السـليم ويـتوقف نجـاح أى سياسة نقدية وإقتصـادية على دقة التنبؤ بمتغيرات هذه السياسة .

٤- فروض البحث :

يمكـن تلخيص الفروض الخاصة بالبحث فى النقاط التالية :

١- تـتوقف أسعار الأسهم فى البورصة علـى العديد من العوامل أهمها كمية الأوراق المتداولة .

٢- تمثل التغييرات الإقتصادية وحجمها دوراً كبيراً فى تحديد سعر الأسهم ، حيث أنه فى الإنتقال من حالة الكساد وإنخفاض الأسعار إلى حالة الرواج وإرتفاع الإسعار إلى تنشيط حركة الإقتصاد والتجارة .

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

٥-مجال وحدود البحث :

يتركز مجال الدراسة بصفة رئيسية على التقدير والتنبؤ بأسعار الأسهم فى البورصة المصرية وعلى تحليل هذا المتغير كما يهتم بتأثير كمية الأوراق المتداولة على هذه الأسعار ، نظراً لأهمية هذا العامل والذى يعتبر من أهم العوامل المؤثرة على أسعار الأسهم بشكل عام . وقد تم الإقتصار عليه دون غيره نظراً لأولويته من حيث الأهمية ثم لتوافر البيانات اللازمة عنه لفترات كافية للبحث .

أما من ناحية حدود البحث فتنقسم إلى:

أ- حدود مكانية : سوف يطبق البحث على أسعار أسهم الشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى وقد تم إختيار هذه الشركة بإستخدام عدد من المعايير منها أعلى خمس شركات من حيث عدد العمليات وكمية التداول وقيمة التداول فجاءت فى المركز الأول والثالث والثانى على التوالي* .

ب- حدود زمنية : سوف يتم إستخدام بيانات يومية لأسعار الأسهم وكمية التداول للشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى وتتكون من ٤٧٩ مشاهدة والتى تغطى الفترة من ١/٢/ ٢٠٠٢ إلى ٢٠٠٣/١٢/١١ . حيث تم البدء ببيانات عام ٢٠٠٢ وذلك نظراً لأن الفترة السابقة شهدت تطورات لمؤشرات سوق المال وتطور لأسعار صرف الجنية وتطور لأسعار الفائدة مما كان له أثر كبير على تقلبات عالية لسلسلة البيانات** .وقد إستخدمت ٤٣١ مشاهدة كفترة تقدير للنماذج ، ٤٨ مشاهدة كفترة تنبؤ.

٦- النماذج المستخدمة :

على الرغم من وجود نماذج متنوعة للتنبؤ إلا أنه سوف يتم التركيز على نموذجين من نماذج السلاسل الزمنية وذلك بعد فحص الخصائص الرئيسية لسلسلة الأسعار اليومية للأسهم السابق ذكرها ألا وهما نموذج الإنحدار الديناميكى و نموذج الإنحدار الذاتى والمتوسطات

---

* المصدر: ملخص التداول اليومى لبورصتى القاهرة والإسكندرية ٢٠٠٢/١٢/١٤ . يمكن الرجوع إلى الموقع www.egyptse.com

** المصدر : الهيئة العامة لسوق المال ، التقرير السنوى ، ٢٠٠١ يمكن الرجوع إلى الموقع www.cma.gov.eg

المتحركة التكاملية ARIMA والتى قدمها بوكس وجينكز .

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 .

وفيما يلى وصف وشرح النموذجين الذى تم إختيارهما نموذج الإنحدار الديناميكى ونموذج ARIMA والتى قدمها بوكس وجينكز .

٦-١ نموذج الإنحدار الديناميكى Dynamic Regression Model

يفترض فى هذا النموذج أن السعر عند الزمن t مرتبط بقيم الأسعار عند الزمن ...t-2, t-1 ومرتبط أيضاً بكمية التداول للأسهم عند الزمن ... t, t-1, t-2 . بمعنى أن النموذج مرتبط بقيم الفترات السابقة مما يجعل النموذج قادر على تقديم أخطاء غير مرتبطة أى أنه يحل مشكلة الأرتباط السلسلى Serial Correlation . ويمكن صياغة النموذج فى الصورة التالية :

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

حيث: p_t السعر عند الزمن t ، c ثابت ، d_t كمية تداول الأسهم عند الزمن t ، $w^d(B), w^p(B)$ هما دوال كثيرات الحدود ، B تمثل مشغل الإزاحة للخلف Back shift Operator ، ε_t حد الخطأ العشوائى .

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

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

$$where B^1 x_t = x_{t-1}$$

ولتحديد النموذج المناسب وذلك من خلال الأربع مراحل التى تم ذكرها فى بناء النموذج وهى :

المرحلة الأولى : فى هذه المرحلة يتم التعرف على النموذج من خلال تحديد إرتباط المتغير التابع بالمتغير المستقل وفترات الإبطاء لكل من المتغيرين ،

وكذلك تحديد الصور الأربعة الشائعة الإستخدام فى نماذج الإنحدار ألا وهى (النموذج الخطى – النموذج اللوغاريتمى – النموذج نصف اللوغاريتمى – النموذج الأسى) .

المرحلة الثانية : يتم تقدير المعالم لهذه النماذج وسوف نستخدم أسلوب الإنحدار المتدرج Stepwise لأنه يعمل تلقائياً على إستبعاد المتغيرات التى يحدث بينها إرتباط قوى ومن ثم يحل مشكلة تعدد العلاقات الخطية Multicolneority (النموذج الخطى – النموذج اللوغاريتمى – النموذج نصف اللوغاريتمى – النموذج الأسى) .

المرحلة الثالثة : يتم إجراء الاختبارات التشخيصية للنماذج وذلك لإختيار النموذج الأمثل من خلال استخدام مجموعة من المعايير الإحصائية (Enany, 1988) منها :

معيار معامل التحديد R^2

يعتبر معامل التحديد مقياساً للقوة التفسيرية للنموذج ، ويستخدم كمعيار للإختيار بين النماذج المختلفة .

معيار بوكس وكوكس Box-Cox

استخدم بوكس وكوكس التحويلة الآتية :

$$X^{(\lambda)} = \frac{X^{\lambda}-1}{\lambda} = \begin{cases} \ln x & \lambda = 0 \\ x-1 & \lambda = 1 \end{cases}$$

ولتقدير معلمة هذه التحويلة (λ) يتم استخدام طريقة الامكان الأعظم (ML) باستخدام النموذج العام التالى :

$$Y^{(\lambda)} = X^{(\lambda)}\beta + U$$

ومن النموذج العام يمكن إشتقاق النموذجين الخطى واللوغاريتمى كحالتين خاصتين من النموذج العام كمايلى :

1) $\ln Y_t = \sum_{i=1}^{k} b_i \ln X_{it} + V_t \qquad if \quad \lambda = 0$

2) $Y_t = \sum_{i=1}^{k} \beta_i X_{it} + U_t \qquad if \quad \lambda = 1$

وباستخدام نسبة الامكان الأعظم (LHR test) على الصورة : $\lambda = \frac{L(R)}{L(U)}$

حيث : L(R) قيمة الإمكان الأعظم تحت قيود معينة ($\lambda = 1$ *or* $\lambda = 0$)

L(U) قيمة الإمكان الأعظم تحت بدون قيود معينة

ومن المعروف أن:

$$-2\ln\lambda = -2\left[\ln L(R) - \ln L(U)\right] \sim \chi^2(1)$$

وبناء على ذلك فإن الإختيار بين النموذج الخطى واللوغاريتمى يتحدد على أساس نتيجة القيود السابقة .

معيار إختبار J : (J Test)

بفرض وجود نموذجين خطين (Green, 1990) كما يلى :

$$H_0 : Y = X\beta + U_0$$
$$H_1 : Y = Z\gamma + U_1$$

فإنه يمكن دمج H_0 & H_1 فى نموذج مركب واحد كالآتى :

$$Y = (1-\alpha)X\beta + \alpha(Z\gamma) + U$$

وعند اختبار $H_0 : \alpha = 0$ يتم استخدام إحصاء الإختبار $t_1 = \frac{\hat{\alpha}}{se(\hat{\alpha})}$ ،

وكذلك عند إختبار $H_0 : (1-\alpha) = 0$ يتم استخدام إحصاء الإختبار $t_2 = \frac{(1-\alpha)}{se(1-\alpha)}$.

المرحلة الرابعة : وبعد تحديد النموذج الأمثل أو مرحلة الإختبار تأتى مرحلة التنبؤ وتقييم مقدرة النموذج على التنبؤ وهى من أهم مراحل بناء النموذج وسوف نركز هنا على أهم هذه الإختبارات وهى إختبار معنوية الفرق بين قيم التنبؤ والقيم الفعلية . ويمكن إستخدام إختبار t حيث نرمز للقيم المشاهدة بالرمز Y_T والقيم المتنبأ بها بالرمز $\hat{Y}_T$ ويتم حساب قيمة t كالآتى :

$$t_c = \frac{Y_T - \hat{Y}_T}{S(\hat{Y}_T)}$$

$$where: S(\hat{Y}_T) = \hat{\sigma}_u \left[1 + \tilde{X}(X'X)^{-1}\tilde{X}'\right]^{1/2}$$

حيث $\tilde{X}$ متجه صف يضم قيم المتغيرات التفسيرية فى الفترة الزمنية T .

٢-٦ نماذج تحليل السلاسل الزمنية (ARIMA)

قدم بوكس وجينكنز Box-Jenkins أسلوب من أساليب السلاسل الزمنية يعد من أهم الأساليب المستخدمة (والتر ، ١٩٩٢) حيث يتم التنبؤ بالمتغيرات المستقبلية للمتغير P(t) بالإعتماد فقط على سلوك هذا المتغير فى الماضى كما أنه لايفترض وجود أي نمط معين للبيانات التاريخية للسلسلة التى نتنبأ بها ، 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 التى قدمها بوكس وجينكنز والتى تعرف بإسم ARIMA وهى إختصار لكلمات Autoregressive Integrated Moving Average Models وذلك من خلال الأربع مراحل التى تم ذكرها سابقاً وهى :

المرحلة الأولى : فى هذه المرحلة يتم تحديد نموذج من نماذج ARIMA والذى يصف السلسلة الزمنية لأسعار أسهم الشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى بشكل يراعى ثبات التباين والوسط الحسابى وإستقلال معاملات الإرتباط الذاتى . 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 :

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

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

<u>حيث :</u>

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

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

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

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

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 : بفرض أنه قد تم التحديد المبدئى لنموذج السلاسل الزمنية بمعنى أن قيم p,d,q قد تم إختيارها لنموذج ARIMA .

$$\phi(B)\nabla^d\, p_t = \phi(B)\, w_t = \theta(B)\varepsilon_t$$

فإن الخطوة التالية هو الحصول على تقديرات جيدة لمعالم النموذج (ϕ,θ,σ)وعلى ذلك فإن هناك طريقتين للتقدير هما طريقة المربعات الصغرى وطريقة الامكان الأعظم . حيث يتم فى طريقة المربعات الصغرى 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 :

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

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

أما فى ظل الفرض ε_t 's مستقلة وكل له توزيع طبيعى بمتوسط صفر وتباين σ_ε^2 ثابت فإن لوغاريتم دالة الامكان الأعظم (ML) هو :

$$L = -T\log\sigma_\varepsilon - \frac{S(\phi,\theta)}{2\sigma_\varepsilon^2}$$

يتضح أن طريقة الامكان الأعظم تقوم بتقدير معالم النموذج من خلال تدنية مجموع مربعات الخطأ، وبالتالى فإن تقديرات المربعات الصغرى هى نفسها تقديرات الامكان الأعظم.

المرحلة الثالثة : فى هذه المرحلة يتم إختبار النموذج لكى نتأكد من أنه مناسب إحصائياً ، ويتم إجراء الاختبارات التشخيصية من خلال تحليل البواقى ، ومن ثم يرفض النموذج الذى يحتوى على إرتباط ذاتى معنوى بين البواقى ، حيث أن دالة الإرتباط الذاتى تأخذ الشكل التالى :

$$r_k(\hat{\varepsilon}) = \frac{\sum_t (\hat{\varepsilon}_t\, \hat{\varepsilon}_{t-k})}{\sum_t \hat{\varepsilon}_t^2}$$

ويمكن إجراء إختبار الاحصاء Q (Ljung-Box) للتعرف على مدى ملائمة النموذج ككل (Pankratz, 1983) حيث :

$$Q = T(T+2)\sum_{k=1}^{K} \frac{\hat{r}_k^2(\hat{\varepsilon})}{T-k}$$

حيث : T عدد المشاهدات ، m عدد المعالم المقدرة ، k عدد معاملات الإرتباط . ونقارن قيمة Q بقيمة $\chi^2_{(k-m)}$ فإذا كانت قيمة Q أكبر من قيمة $\chi^2_{(k-m)}$ فإن الأخطاء هى تغيرات عشوائية بحتة والعكس صحيح .

المرحلة الرابعة : بعد مرحلة الاختبار والتشخيص تأتى المرحلة الأخيرة من بناء النموذج ألا وهى التنبؤ ، ولما كان

الهدف من عملية التنبؤ الحصول على قيم مستقبلية للسلسلة الزمنية بأقل خطأ ممكن ومن أهم المعايير الإحصائية المستخدمة لقياس دقة التنبؤ معيار المتوسط النسبى المطلق لخطأ التنبؤ Mean Absolute Relative Prediction Error (MARPE) ومعيار المتوسط النسبى لمجموع مربعات الأخطاء Mean Squared Relative Prediction Error (MSRPE) ومعيار الجذر التربيعى لمتوسط مربعات الخطأ (RMSPE) Root Mean Squared Prediction Error .

٧-الدراسة التطبيقية :

مما سبق يتضح لنا أن هناك صعوبة فى الإختيار بين إستخدام نماذج الإنحدار الديناميكى ونماذج ARIMA ، وكما سبق أن ذكرنا أن هدف البحث هو الوصول إلى أفضل نموذج للتنبؤ بسعر الأسهم فى البورصة المصرية وذلك من خلال المقارنة بين نموذجين هما :

- نموذج الإنحدار الديناميكى .
- نموذج السلسلة الزمنية ARIMA

هذا بالإضافة إلى المقارنة بينهما للوصول إلى أفضلهم بغرض التنبؤ . وفيما يلى نستعرض نتائج تطبيق هذين النموذجين .

٧-١ الدراسة التطبيقية بإستخدام نموذج الإنحدار الديناميكى:

تم بناء نموذج الإنحدار الديناميكى على إفتراض أن المتغير P(t) والذى يمثل سعر الأسهم متغير تابع مرتبط بأسعار هذا المتغير فى الفترات الزمنية ...., t-2 , t-1 وكذلك كمية تداول الأسهم d(t) فى الفترات الزمنية ...., t-2 , t-1 , t . حيث تم تقدير الصور الأربعة لنماذج الإنحدار وذلك بإستخدام أسلوب الإنحدار المتدرج Stepwise . وقد أوضحت النتائج أن المتغير P(t) دالة فى المتغيرات التالية P(t-1) , d(t-1) , d(t) وذلك بعد حذف فترات الابطاء الأخرى لتلك المتغيرات التى ليس لها تأثير معنوى . وقد إستخدم معيار R^2 للمفاضلة بين النماذج الأربعة فكانت النتائج كالتالى :

الخطى	اللوغاريتمى	نصف اللوغاريتمى	الأسى
.974	.958	.951	.954

وقد أوصت نتيجة هذا المعيار بقبول النموذج الخطى ، كما استخدمت بعض المعايير الأخرى للمفاضلة مثل إختبار J (J test) وإختبار بوكس وكوكس وقد كانت نتيجة هذين الاختبارين أيضاً قبول النموذج الخطى ورفض النماذج الدالية الأخرى . ويوضح الجدول التالى نتائج تحليل وتقدير نموذج الإنحدار الخطى.

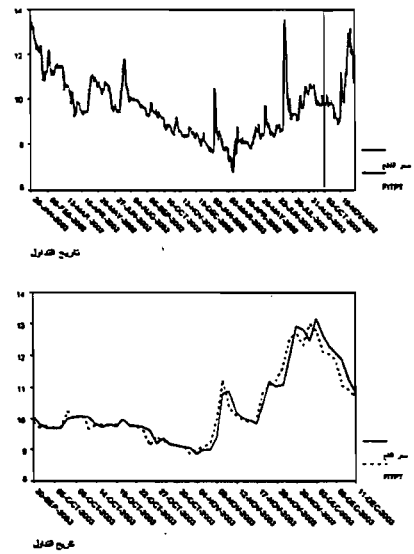
Variable	$(\hat{\beta})$	St. Error	t-ratio	Sig.
Constant	.168	.096	1.758	.049
d(t)	4.824E-07	.000	7.296	.000
p(t-1)	.987	.010	96.537	.000
d(t-1)	3.566E-07	.000	5.396	.000

Dw = 1.738 **F = 3261.757**

وكما سبق أن ذكرنا فإن الإنحدار الديناميكى يستخدم فترات الإبطاء للمتغيرات لذلك يقضى على مشكلة الإرتباط التسلسلى بين الأخطاء وقد تم التأكد من خلال نتيجة إختبار دربن واتسون Dw = 1.738 ويتضح من هذه القيمة قبول فرض عدم وجود إرتباط تسلسلى بين الأخطاء . ويوضح الشكل رقم (١) القيم الفعلية والقيم التقديرية بإستخدام نموذج الإنحدار الديناميكى الخطى وكذلك القيم التنبؤية Expost Forecast التى تغطى ٤٩ فترة زمنية التالية لفترة التقدير.

شكل (١)

القيم الفعلية والقيم المقدرة بإستخدام النموذج الخطى خلال فترتى التقدير و التنبؤ

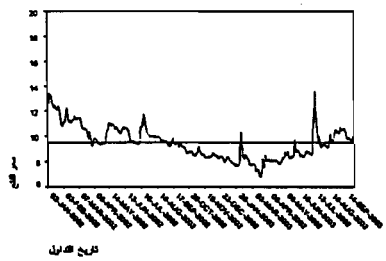


٧-٢ الدراسة التطبيقية بإستخدام نموذج ARIMA :

سبق عرض الخطوات الأربعة فى بناء نماذج تحليل السلاسل الزمنية بإستخدام أسلوب بوكس وجينكنز ARIMA ، وسوف يتم تطبيق هذا الأسلوب على بيانات أسعار الأسهم للشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى . حيث يتم التعرف وتحديد النموذج من خلال التوقيع البيانى للسلسلة كما فى الشكل (٢) لفحص الشروط الخاصة بالثبات .

شكل (٢)

التوقيع البيانى لسلسلة أسعار الأسهم للشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى



وبفحص التمثيل البيانى يتضح أنها لاتحتوى على إتجاه عام لذا يمكن أن نقرر أن الوسط الحسابى ثابت نسبياً ، أما من ناحية تباين السلسلة فيتضح أنه غير ثابت لوجود ذبذبات على طول السلسلة وبالتالى نأخذ التحويلة اللوغاريتمية أو تحويلة الجذر التربيعى ، وعلى ذلك تم دراسة

الفـروق والـتحويلات المختلفة وتبين أن الـتحويلة اللوغاريتمـية لسلسـلة الفروق العاديـة أفضـل مـن حيث تحقق شروط الثـبات . وبفحـص دوال الإرتباط الذاتى ودوال الإرتـباط الذاتى الجزئى شكل (٣) وجد أن الإرتباط الذاتى يتناقص متجه نحو الصـفر فى حين أن دوال الإرتباط الذاتى الجزئى تتقطع بعد الفجوة الأولى مما يوجه الانتـباه إلى وجود مكون إنحدار ذاتى من الدرجة الأولى AR(1) فى النموذج .

ACF

Autocorrelations: PT
Transformations: natural log,

Lag	Auto-Corr.	Stand. Err.	-1 -.75 -.5 -.25 0 .25 .5 .75 1	Box-Ljung	Prob.
1	-.063	.048	*****.* | .	48.901	.000
2	-.063	.048	.* | .	50.627	.000
3	-.170	.048	*.* | .	63.152	.000
4	-.086	.048	** | .	66.409	.000
5	-.113	.048	** | .	72.027	.000
6	-.067	.048	.* | .	74.005	.000
7	-.050	.048	.* | .	75.111	.000
8	-.038	.048	.* | .	75.747	.000
9	-.050	.048	.* | .	76.839	.000
10	-.014	.048	. * | .	76.920	.000
11	.005	.047	. * | .	76.931	.000
12	-.009	.047	. * | .	76.968	.000
13	-.038	.047	.* | .	77.627	.000
14	-.004	.047	. * | .	77.634	.000
15	.047	.047	. | *.	78.635	.000
16	-.020	.047	. * | .	78.816	.000

Plot Symbols: Autocorrelations * Two Standard Error Limits .

Total cases: 431 Computable first lags after differencing: 429

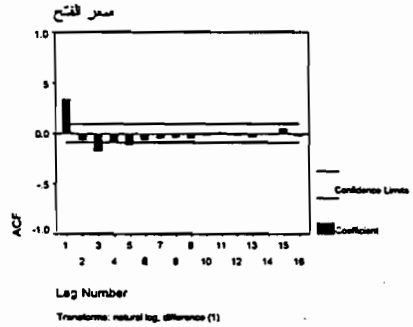
Partial Autocorrelations: PT سعر الفتح
Transformations: natural log,

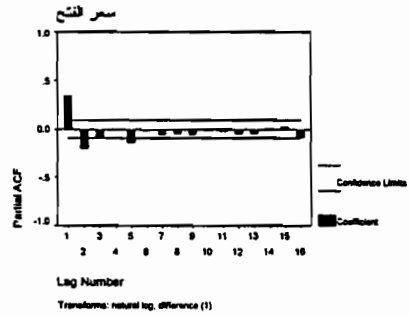
Lag	Pr-Aut-Corr.	Stand. Err.	-1 -.75 -.5 -.25 0 .25 .5 .75 1
1	.336	.048	*****.* | .
2	-.198	.048	**.* | .
3	-.091	.048	** | .
4	-.001	.048	. * | .
5	-.134	.048	*.* | .
6	-.012	.048	. * | .
7	-.060	.048	.* | .
8	-.052	.048	.* | .
9	-.054	.048	.* | .
10	-.017	.048	. * | .
11	-.024	.048	. * | .
12	-.044	.048	.* | .
13	-.051	.048	.* | .
14	.001	.048	. * | .
15	.022	.048	. * | .
16	-.086	.048	** | .

Total cases: 431 Computable first lags after differencing: 429

شكل (٣)

دوال الإرتباط الذاتى والجزئى للسلسلة الفروق الأولى





ومما سبق نستطيع ترشيح نموذج مبدئى ARIMA(1,0,1) والذى يمكن كتابته على النحو التالى :

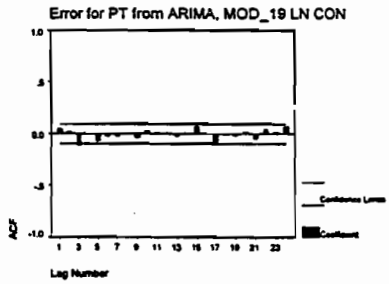
$$(1-\phi(B))\ p_t = (1-\theta(B))\varepsilon_t$$

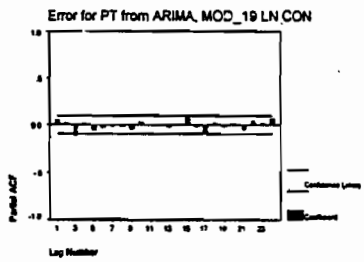
ويوضح الجدول التالى نتائج تقدير هذا النموذج :

	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

شكل (٤)

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





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 (٤) 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 .

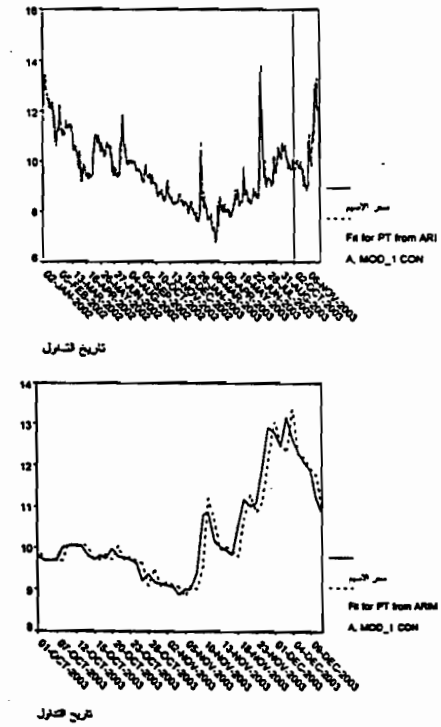
وقد تم ترشيح بعض النموذج للتأكد من أفضل نموذج الذى تم التوصل عليه حيث تم التأكد من ذلك من خلال ثلاثة معايير هى الخطأ المعيارى للتقدير ومعيار AIC ومعيار SBC فكانت النتائج للنموذج المقترح كما يلى .

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 (٥) التالى :

شكل (٥)

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



٧-٣ المقارنة بين نموذج الانحدار الديناميكى ونموذج ARIMA :

نظراً لأن الهدف من البحث هو الوصول لأفضل نموذج للتنبؤ بأسعار الأسهم بالتطبيق على الشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى كان لابد من المقارنة بين النموذجين السابق ذكرهما حتى يتم اختيار النموذج الأمثل فى التنبؤ ، وعلى ذلك يتم التوقيع البيانى للسلسلة الأصلية وللسلسلة المقدرة بإستخدام نموذج الإنحدار الديناميكى وللسلسلة المقدرة بإستخدام نموذج ARIMA وذلك فى فترة التنبؤ والتى يوضحها الشكل التالى :

شكل (٦)

التوقيع البيانى للقيم الفعلية والقيم المقدرة بإستخدام نموذج الإنحدار الديناميكى ونموذج ARIMA(1,0,1)

ويتبين من الشكل السابق أن سلسلة القيم المقدرة بإستخدام نموذج ARIMA هى الأقرب إلى سلسلة القيم الفعلية P(t) ، أى أن نموذج ARIMA هو أفضل للتنبؤ بأسعار أسهم الشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى . كما يتضح من مقارنة قيم المعايير الإحصائية لقياس 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
ARIMA	2.504E-02	1.137E-03	5.374E-02
Dynamic Reg.	2.662E-02	1.296E-03	6.016E-02

ويمكن الحكم على أفضل نموذج من خلال النتائج السابقة حيث وجد أن نموذج ARIMA أفضل من نموذج الانحدار الديناميكى وذلك من خلال الثلاث معايير السابقة .

٨- الخلاصة والتوصيات :

هناك العديد من النماذج التى يتم إستخدامها فى التنبؤ لشرح التغييرات المستقبلية لمتغير معين ، وقدم منها البحث نموذجين إحصائيين : الأول نموذج الإنحدار الديناميكى وعند تطبيقه وجد أن الصورة الخطية هى أفضل صورة دالية يمكن أن تعبر عن العلاقة بين أسعار أسهم الشركة المصرية لمدينة الإنتاج الإعلامى والمتغيرات المستقلة الأخرى . والثانى نموذج ARIMA وقد تبين أن أفضل نموذج لتحليل السلاسل الزمنية هو ARIMA(1,0,1) . كما أظهرت النتائج دقة التنبؤات التى حصلنا عليها عند إستخدام نموذج ARIMA(1,0,1) عن تنبؤات نموذج الانحدار الديناميكى الخطى.

وقد إعتمد تطبيق النموذج بصورة أساسية على التنبؤ بشكل عام كما يسمح بأن يطبق على التنبؤ قصير الأجل . ويوصى الباحث بإجراء المزيد من البحوث والدراسات لتوسيع تطبيق النموذج وإستخدامه فى البورصة المصرية لجميع الشركات المقيدة وذلك بغرض التنبؤ بأسعار الأسهم بدلاً من إستخدام الطرق التقليدية العادية أو إستخدام الخبرات الشخصية لأصحاب الشركات والسماسرة . كما يوصى بتطبيقه على مجالات كثيرة منها الصحة العامة والدراسات التجارية والدراسات الإجتماعية طالما أن هذه البيانات فى شكل سلسلة زمنية منتظمة .

٩- المراجع :

١) 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 .

٢) بنك الإسكندرية (١٩٩٣) ، قسم الدراسات والبحوث ، الخصخصة والإصلاح الإقتصادى ، النشرة الإقتصادية ، المجلد ٢٥ ن القاهرة ، ص ١٧ .

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

٤) محمد مصطفى عبد الرازق (١٩٩٩) ، "نموذج إحصائى للتنبؤ بحجم الحصيلة

الجمركية السنوية فى مصر" ، رسالة ماجستير ، كلية التجارة ، جامعة المنصورة .

٥) مركز المعلومات ، هيئة سوق المال ، النشرة الإقتصادية ، البورصة، أعداد متنوعة.

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

7) Abdel-Aty F. A., (1989), "Box-Jenkins Seasonal Forecasting Practice in a Case Study", **The Egyptian Journal of Commercial Studies**, Mansoura University, Faculty of Commerce, Vol. 13. No. 2-A.

8) 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.

9) Christiaan H., Hans S., Bernard H., and Kees P., (1997), "**System Dynamics in Economic and Financial Models**", New York, John Wiley&Sons.

10) Enany M. A. S. A., (1988),

11) "Testing Linear and Log-Linear Regression Models: An Application to the Demand for Wheet in Saudi Arabia", **Journal of Administrative Science**, King Saud Univ.

12) ---------- ,(1988), "On Criteria for Order Determination of Standard Time Series Models: A Review", **Journal of Administrative Science**, King Saud Univ., Vol. 13(2), PP. 121-137.

13) Green W. H., (1990), "**Econometric Analysis**", New York, Macmillan Publishing Com., P. 231.

14) Ibrahim I. H., (1992), "Box-Jenkins Forecasting ARIMA Models as Applied to commercial Banks Deposits", **The Egyptian Statistical Journal**, ISSR, Cairo University, Vol. 36, No. 2.

15) 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.

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

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

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

19) William H. Greene (2000), "**Econometric Analysis**", Fourth Edition, New Jersey, Prentice-Hall, Inc.