استخدام نماذج GARCH للتنبؤ بمؤشر سوق الأوراق المالية السعودية

بحث مقدم من قبل

محمد جاسم محمد(*)

المستخلص:

في هذا البحث تم بناء أنموذج إحصائي للسوق المالية السعودية باستخدام نماذج GARCH التي تأخذ بنظر الاعتبار التقلبات في الأسعار خلال فترات التداول، وتم ايضا دراسة تأثير نوع الخطأ العشوائي للسلسلة الزمنية على دقة الأنموذج الاحصائي ،اذ تم دراسة نوعين من التوزيعات الاحصائية هما التوزيع الطبيعي وتوزيع الطالب.وتبين من خلال التطبيق على البيانات المدروسة ان افضل أنموذج للسوق السعودية المالية هو أنموذج GARCH(1,1) وعندما يتوزع الخطأ العشوائي للسلسلة توزيع t.

Abstract:

In this paper has been building a statistical model of the Saudi financial market using GARCH models that take into account Volatility in prices during periods of circulation, were also study the effect of the type of random error distribution of the time series on the accuracy of the statistical model, as it were studied two types of statistical distributions are normal distribution and the T distribution. and found by application of a measured data that the best model for the Saudi market is GARCH (1,1) model when the student's . random error distributed t.

(*) مدرس، قسم الإحصاء ، كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة بغداد.

استخدام نماذج GARCH للتنبؤ بمؤشر

سوق الأوراق المالية السعودية

بحث مقدم من قبل

محمد جاسم محمد(*)

١.المقدمة

تعد الأسواق المالية من أهم ركائز الاقتصاد في أي بلد من بلدان العالم ، ويوجد في المنطقة العربية العديد من الأسواق المالية ومن أهم هذه الأسواق المالية العربية هي السوق السعودية وهي من الأسواق التي تأثرت بالأزمة المالية العالمية ،ولأجل معالجة مثل هكذا أزمات مالية تحدث في السوق لابد من استخدام أنموذج إحصائي يأخذ بنظر الاعتبار التقلبات التي تحدث خلال فترات التداول، ومن هذه النماذج أنموذج GARCH الذي يأخذ بنظر الاعتبار التقلبات في المؤشر عبر الزمن، ومن اجل عملية بناء الأنموذج الملائم لمؤشر السوق السعودية تم جمع بيانات لسلسة زمنية وتم تحليل واختيار هذه السلسة الزمنية وتم التوصل إلى ان أفضل أنموذج لتمثيل هذه البيانات هو أنموذج GARCH(1,1) بالاعتماد على معياريين للمقارنة هما اكيكي وبيز اكيكي.

٢.السوق المالية السعودية

تعد السوق المالية السعودية من أهم الأسواق العربية والخليجية على وجه الخصوص وهي من الأسواق التي تأثرت بالأزمة المالية العالمية إذ خسر مؤشر السوق ما يقارب ٥٠٠٠ نقطة بسبب هذه ألازمة، تعود بداية تأسيس أول شركة مساهمة في المملكة العربية السعودية إلى العام ١٩٣٠ ألا أن بداية التداول في الأسهم كان في نهاية السبعينات من القرن الماضي وفي العام ١٩٨٤ صدر القرار الرسمي بتنظيم عملية تداول الأسهم عن طريق البنوك المحلية

٣.أنموذج الانحدار الذاتي المشروط بعدم التجانس GARCH

تعد السلاسل الزمنية من الأساليب الإحصائية التي تستخدم في تحليل النماذج التي لا تستند إلى نظرية والتنبؤ بالمستقبل بالاعتماد على بيانات سلسلة تاريخية ومن أهم هذه النماذج ARIMA التي تستخدم في الكثير من مجالات الحياة، ومن اجل استخدام نماذج ARIMA لابد من توافر الشروط آلاتية الخاصة بالخطأ العشوائي للأنموذج:

$$i)E\left(\varepsilon_t\right)=0$$

(*) مدرس، قسم الإحصاء ، كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة بغداد.

$$ii)E\left(\varepsilon_t^2\right)=\sigma^2$$

$$iii)E\left(\varepsilon_t\varepsilon_s\right)=0 \quad for\ s\neq t$$

[في الجانب التطبيقي الشرط الثاني والثالث من الصعب تحقيقه] [٨] لذلك تم التفكير في أيجاد أنموذج يأخذ بنظر الاعتبار عدم تحقق هذين الشرطين وتحسين مطابقة الأنموذج للبيانات وهذا الأنموذج هو أنموذج GARCH Generalize Autoregressive Conditional Heteroscedastic.

لمعالجة مشكلة التقلب (Volatility) في السلاسل الزمنية المالية قدم الباحث Engle لأول مرة في العام ١٩٨٢ أنموذج ARCH المشروط التباين، والصيغة الرياضية لهذا الأنموذج هي كما يأتي[٥]:

$$r_t = \mu + a_t \qquad \ldots(1)$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t \qquad ;\varepsilon_t \sim iidN(0,1) \quad \ldots(2)$$

$$\sigma_t^{\ 2} = \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \alpha_2 a_{t-2}^2 + \cdots + \alpha_q a_{t-q}^2 \quad \ldots(3)$$

حيث ان

$\alpha_0 > 0$ ، $\alpha_i > 0, \forall i > 0$ تمثل معلمات الأنموذج

r_t تمثل سلسلة العوائد (Return Series)

μ تمثل متوسط سلسلة العوائد

وفي العام ١٩٨٦ قدم الباحث Bollersley أنموذج GARCH المشروط التباين من خلال إضافة حدود الانحدار الذاتي autoregressive إلى أنموذج ARCH ليصبح الأنموذج بالصيغة الاتية[٢،٣]:

$$r_t = \mu + a_t \qquad \ldots(4)$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t \qquad ;\varepsilon_t \sim iidN(0,1) \quad \ldots(5)$$

$$\sigma_t^{\ 2} = \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \alpha_2 a_{t-2}^2 + \cdots + \alpha_q a_{t-q}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \ldots + \beta_p \sigma_{t-p}^2 \quad \ldots(6)$$

ويمكن اعادة كتابة المعادلة (٦) لتصبح كما يأتي:

$$\sigma_t^2 = \alpha_\circ + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i a_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{p} \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad \cdots(7)$$

بحيث ان

$$\sum_{i=1}^{q}\alpha_i + \sum_{j=1}^{p}\beta_j < 1$$
$$\alpha_\circ > 0 \qquad \cdots(8)$$
$$\alpha_i \geq 0 \; i = 1,2,3\cdots,q$$
$$\beta_j \geq 0 \; j = 1,2,3\cdots,p$$

٣.١.اختبارات نماذج GARCH

لاختبار وجود مشكلة الارتباط الذاتي في بيانات السلسة الزمنية يستخدم اختباران هما:

٣.١.١ اختبار جونغ بوكس Ljung - Box Test:

يعد هذا الاختبار من الاختبارات التي تستخدم في اختبار عشوائية اخطاء السلسلة الزمنية وذلك من خلال حساب معاملات الارتباط الذاتي للبواقي لمجموعة من الإزاحات ، وتكتب فرضية الاختبار بالصيغة الآتية[٤] :

$$\begin{aligned} &H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \cdots = \rho_k \cdots = \rho_m = 0 \qquad \forall k = 1,2,\cdots,m \\ &H_1 : \rho_k \neq 0 \qquad \textit{for some values of } k \end{aligned} \qquad \cdots (9)$$

أما إحصاءات الاختبار فيمكن حسابها باستخدام الصيغة الآتية:

$$Q_{(m)} = n(n+2)\sum_{k=1}^{m}\frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k} \sim \chi^2_{(m-p)} \quad \ldots(١٠)$$

حيث:

n: يمثل حجم العينة (عدد مشاهدات السلاسل الزمنية).

m: يمثل عدد الإزاحات للارتباط الذاتي .

P: عدد المعلمات المقدرة في الأنموذج.

$\hat{\rho}_k^2$: يمثل مقدرات معاملات الارتباط الذاتي لبواقي السلسلة $a_t = r_t - \mu$.

تقارن إحصاءات الاختبار $Q_{(m)}$ مع القيم الجدولية لاختبار مربع كاي بدرجة حرية (m-p) أي $\chi^2_{(m-p)}$ وعند مستوى معنوية α فاذا كان $Q_{(m)} < \chi^2_{\alpha}\ (m-p)$ يعني ذلك عدم رفض الفرضية H_0 ، أي ان الأخطاء عشوائية ولا يوجد تأثير لـ ARCH،والعكس صحيح.

٣.١.٢ اختبار ارش ARCH Test:

يستخدم هذا الاختبار لاختبار عشوائية أخطاء السلسلة الزمنية ،أي اختبار ان الأخطاء تتبع توزيع طبيعي متماثل مستقل ،من خلال تمثيل Tمن قيم مربعات الأخطاء العشوائية لأنموذج GARCH في أنموذج انحدار بحد ثابت،ومن ثم اختبار وجود تاثير للارتباط الذاتي، وتكتب فرضية الاختبار بالصيغة الاتية[٥] :

$$\begin{aligned} &H_o : \alpha_i = 0\ for (i = 1,2,..., p) \\ &vsH_1 : \alpha_i \neq 0 \end{aligned} \qquad ...(11)$$

أما إحصاءات الاختبار فيمكن حسابها باستخدام الصيغة الآتية:

$$archtest = T \times \hat{R}^2 \sim \chi^2_{(p)} \qquad ...(12)$$

حيث انT تمثل عدد المشاهدات المدروسة ضمن الازاحة.

$$\hat{R}^2 = \frac{SSR}{SST} \qquad ...(13)$$

SSR يمثل مجموع مربعات الانحدار

SST يمثل مجموع مربعات الكلي

تقارن إحصاءات الاختبار مع القيم الجدولية لاختبار مربع كاي بدرجة حرية (p) أي $\chi^2_{(p)}$ وعند مستوى معنوية α فاذا كانت القيمة المحسوبة اكبر من القيمة الجدولية نرفض الفرضية H_0 ، اي لايوجد تأثير لـ ARCH والعكس صحيح.

٣.٢.تقدير معلمات أنموذج GARCH

لتقدير معلمات الأنموذج تستعمل طريقة الإمكان الأعظم طريقة Maximum Likelihood Method اذ يتم تحديد دالة الإمكان الأعظم بالاعتماد على التوزيع العشوائي لخطأ الأنموذج ، في بحثنا سيتم دراسة

أنموذج GARCH في حالة كان الخطأ العشوائي للأنموذج يتوزع التوزيع الطبيعي المعياري او توزيع الطالب T student's، في حالة كان الخطأ يتوزع التوزيع الطبيعي فان دالة الإمكان ستكون بالصيغة الاتية [٤]:

$$L(r_t/\Theta) = -\frac{N}{2}\log(2\pi) - \frac{1}{2}\sum_{t=1}^{N}\log\sigma_t^2 - \frac{1}{2}\sum_{t=1}^{N}\varepsilon_t^2/\sigma_t^2 \cdots (14)$$

حيث ان $\Theta = \{\mu, \alpha_0, \alpha_1, \beta_1)$ متجه المعلمات المراد تقديرها اذ كان أنموذج GARCH من الدرجة الاولى أي ان :

$$\begin{aligned} r_t &= \mu + a_t \\ a_t &= \sigma_t \varepsilon_t \qquad ; \varepsilon_t \sim iidN(0,1) \qquad \ldots(15) \\ \sigma_t^{\ 2} &= \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \end{aligned}$$

وفي حالة كان الخطأ يتوزع توزيع student's t المعياري فان دالة الإمكان ستكون بالصيغة الآتية[٧]:

$$L(r_t/\Theta) = \sum_{t=1}^{N}\log\left(\frac{\Gamma[(v+1)/2]}{\sqrt{\Gamma(v-2)}\Gamma(v/2)}\right)\frac{1}{2}\log\sigma_t^2 - \left(\frac{v+1}{2}\right)\log\left[1+\frac{\varepsilon_t^2}{v-2}\right]\cdots(16)$$

حيث ان $\Theta = \{\mu, \alpha_0, \alpha_1, \beta_1, v)$ متجه المعلمات المراد تقديرها اذ كان أنموذج GARCH من الدرجة الأولى ، لحصول على تقديرات للمعلمات يتم اشتقاق دالة الإمكان بالنسبة للمعلمات المراد تقديرها وبما ان أنموذج GARCH هو أنموذج لأخطي ، لذلك تستخدم الطرائق التكرارية للحصول على التقديرات [*]

٤. تحليل البيانات

لغرض بناء أنموذج إحصائي لمؤشر السوق المالية السعودية تم دراسة سلسلة زمنية تمثل مؤشر إغلاق السوق للفترة من ٢٠٠٦/٢/١٢ ولغاية ٢٠٠٩/٦/١٦ وبواقع ٧٦٨ مشاهدة، والشكل (١) يمثل السلسلة الزمنية لمؤشر إغلاق السوق للفترة المبينة سابقاً الذي يلاحظ منه وجود اتجاه عام تنازلي للسلسلة الزمنية ، ومن الجدول رقم (١) يتبين ان اصغر قيمة في السلسة الزمنية كانت ٤١٣٠.٠١ واكبر قيمة كانت ٢٠٦٣٤.٨٦ ومن متوسط السلسلة الزمنية كان ٨٨٩٨.٨٦٧.

جدول رقم (١) يمثل بعض المؤشرات

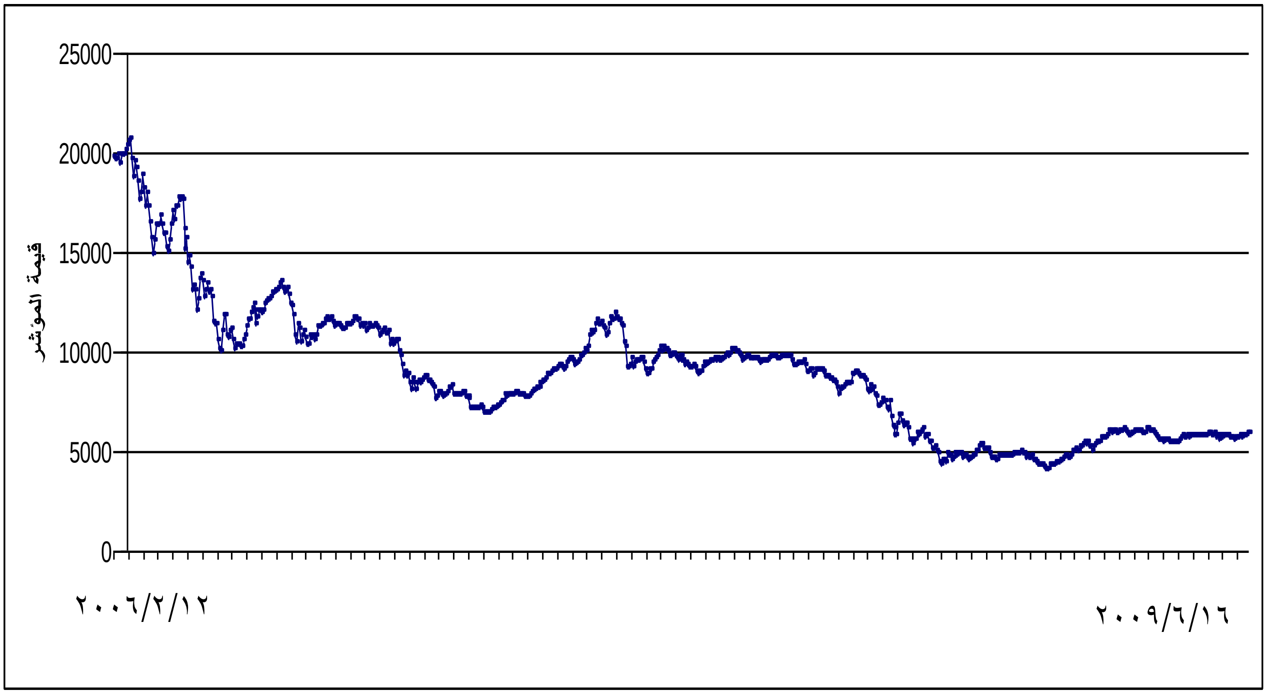
---

* للمزيد من التفاصيل راجع المصدر رقم (١).

الإحصائية حول السلسلة الزمنية

المؤشر	القيمة
اصغر قيمة	4130.0100
اكبر قيمة	20634.8600
متوسط السلسلة	8898.8670
التفلطح	1.331301

شكل رقم (١) يمثل بيانات السلسلة الزمنية لمؤشر إغلاق السوق السعودية



سوف تتم عملية بناء الأنموذج المناسب للبيانات والتنبؤ بمؤشر إغلاق السوق وفق الخطوات الآتية:

أولاً: من اجل الحصول على سلسلة مستقرة يتم تحويل بيانات السلسلة الزمنية الى سلسلة العوائد return series وذلك باستخدام المعادلة الآتية[٨]:

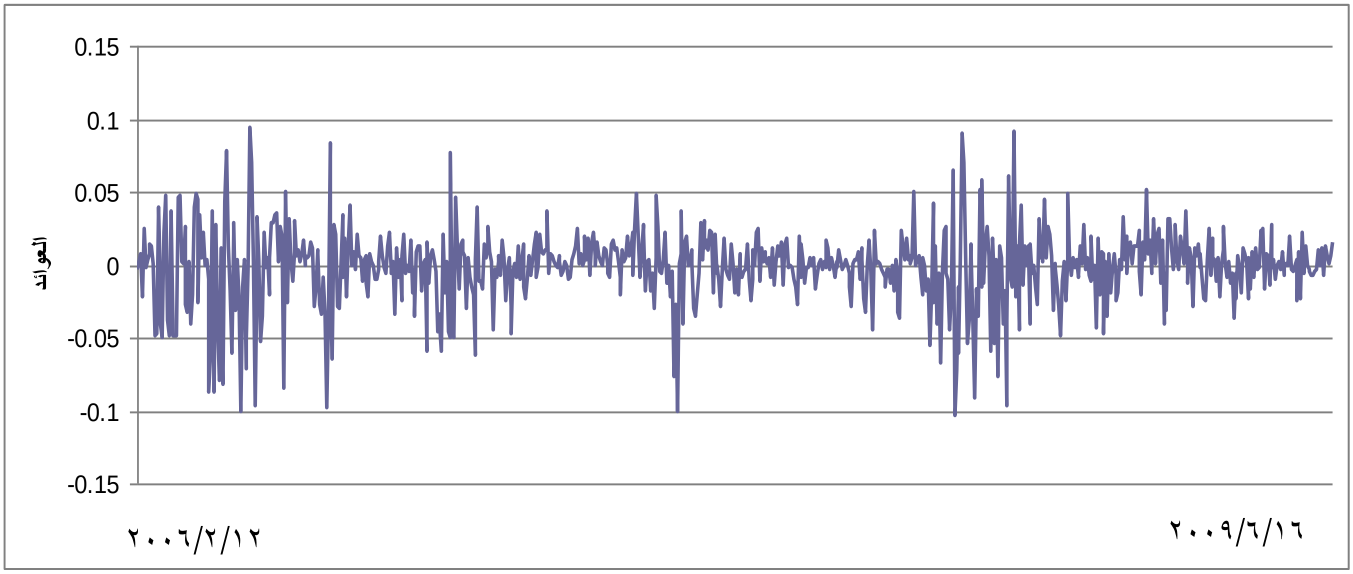
$$r_t = \frac{p_t - p_{t-1}}{p_{t-1}} \quad \ldots(1٧)$$

حيث ان

r_t يمثل العائد في الزمن t

p_t يمثل مؤشر الإغلاق في الزمن t

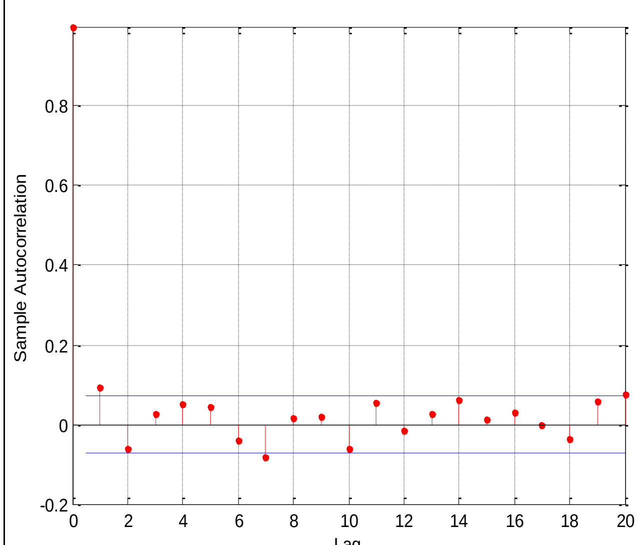
شكل رقم (٢) يمثل سلسلة العوائد لمؤشر إغلاق السوق السعودية



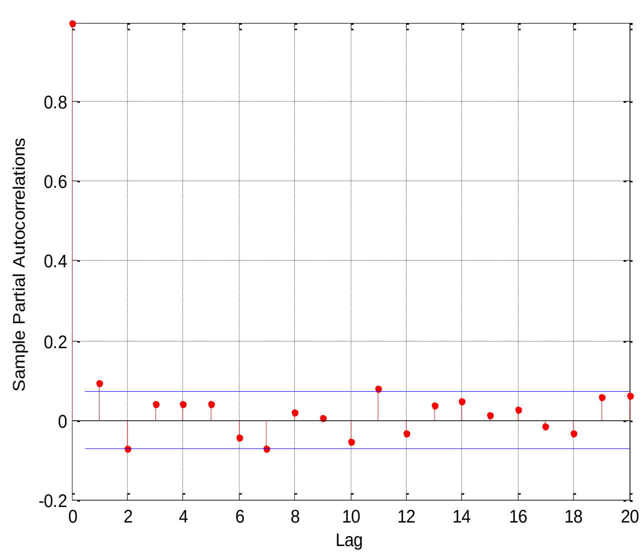
يتبين من الشكل (٢) تقلب سلسلة العوائد للسوق السعودية وعدم جود ثبات للعوائد.

ثانياً: حساب الارتباط الذاتي والارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة العوائد ولمربعات قيم سلسلة العوائد

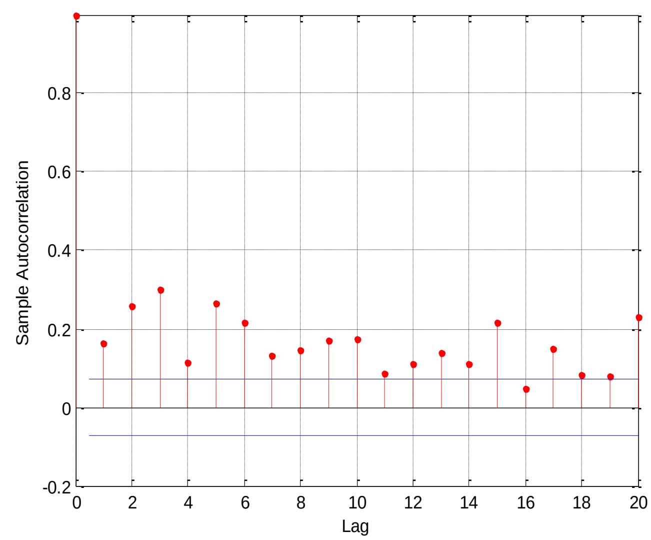
الشكل (٣) يبين قيم الارتباط الذاتي لسلسلة العوائد



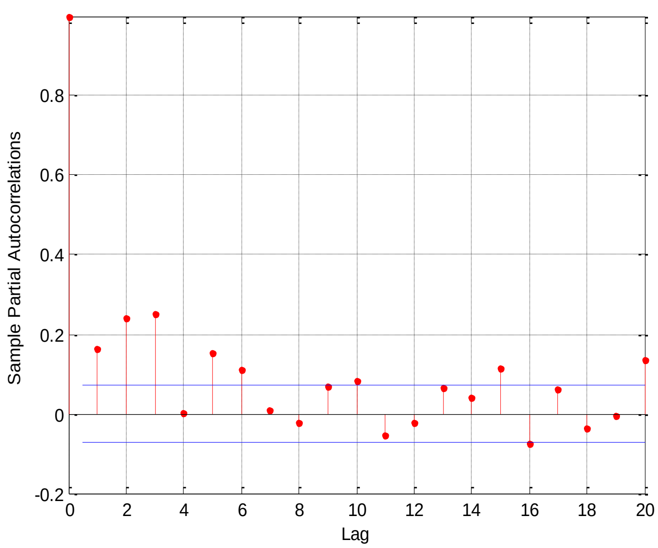
الشكل (4) يبين قيم الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة العوائد



الشكل (٥) يبين قيم الارتباط الذاتي لمربعات سلسة العوائد



الشكل (٦) يبين قيم الارتباط الذاتي الجزئي لمربعات لسلسة العوائد



يتبين من الشكل (٣) والشكل (٤) وجود ارتباط متسلسل في سلسلة العوائد ام الشكل (٥) فيبين وجود ارتباط متسلسل لمربعات سلسلة العوائد وفي أكثر من إزاحة ، والشكل (٦) يبين وجود اعتماد خطي لمربعات سلسلة العوائد .

ثالثاً: اختبار البيانات

سيتم استعمال الاختبارات المبينة في الفقرة (٣.١) لاختبار معنوية أنموذج GARCH

جدول رقم (2) يبين قيم اختبار

جونغ بوكس Ljung - Box Test

الازاحة	pValue	Qstat
٥	0.0167	13.829
١٠	0.0085	23.6799
١٥	0.0131	29.678
٢٠	0.0069	38.8899
٢٥	0.0055	46.5625

يتبين من قيم العمود pValue في الجدول رقم (٢) عدم قبول فرضية العدم عند مستوى المعنوية ٠.٠٥ أي ان السلسلة الزمنية تعاني من وجود ارتباط متسلسل عند قيم الإزاحات (٥،١٠،١٥،٢٠،٢٥) المدروسة وذلك لان القيم كانت جميعها اصغر من ٠.٠٥.

جدول رقم (٣) يبين قيم اختبار

ARCH Test ارش

الإزاحة	pValue	Qstat
٥	0	120.4029
١٠	0	135.4222
١٥	0	150.3627
٢٠	0	165.6521
٢٥	0	165.8746

يتبين من قيم العمود pValue في الجدول رقم (٣) عدم قبول فرضية العدم عند مستوى المعنوية ٠.٠٥ أي ان السلسلة الزمنية تعاني من وجود ارتباط ذاتي عند قيم الإزاحات (٥،١٠،١٥،٢٠،٢٥) المدروسة وذلك لان القيم كانت جميعها اصغر من ٠.٠٥.

بعد ان تم التأكد من وجود مشكلة الارتباط الذاتي ،أي وجود تأثير للـ GARCH في الأنموذج سيتم اختيار الأنموذج الملائم للبيانات من خلال التقدير.

رابعاً: تقدير الأنموذج

سيتم في هذه المرحلة تقديرات معلمات النماذج التي سيتم دراستها للوصول الى أفضل أنموذج لتمثيل البيانات وسيتم دراسة أكثر من أنموذج ونوعين لخطأ العشوائي هما التوزيع الطبيعي وتوزيع student's t والجداول ٤،٥ تبين تقديرات معلمات النماذج التي تمت دراستها، يتبن من قيمة اختبار اكيكي AIC و قيمة اختبار بيز اكيكي BIC الموضحة في الجدول (٤) ان أفضل أنموذج لتمثيل بيانات سلسلة العوائد هو أنموذج(GARCH(1,1 في حالة كان الخطأ للأنموذج يتوزع التوزيع الطبيعي ، وكذلك الحال عندما يتوزع الخطأ للأنموذج توزيع الطالب T student's كان أفضل أنموذج هو (GARCH(1,1 وهذا واضح من قيم الاختبارين في الجدول رقم (٥).وعند المقارنة بين نوعي الخطأ يتبن لدينا انه في حال كان الخطأ لسلسة العوائد يتوزع توزيع الطالب student's T يعطي قيم اقل للاختبارين وهذا دليل على ان أفضل أنموذج لتمثيل البيانات هو أنموذج (GARCH(1,1 عندما يتوزع الخطأ العشوائي توزيع student's t.

جدول رقم (٤) يمثل تقديرات الأنموذج في حالة كان التوزيع الطبيعي

BIC	AIC	α_2	α_1	β_2	β_1	α_0	μ	المعلمات / النماذج
-3697.2	-3715.8	-	0.12835	-	0.86336	0.000009	0.000211	GARCH(1,1)
-3691.1	-3714.3	0.037737	0.10089	-	0.85149	0.000010	0.000175	GARCH(1,2)
-3690.6	-3713.8	-	0.12833	٠	0.86334	0.000009	0.000211	GARCH(2,1)
-3685.0	-3712.8	0.082851	0.094449	0.25223	0.55728	0.000013	0.000171	GARCH(2,2)

جدول رقم (٥) يمثل تقديرات الأنموذج في حالة كان التوزيع student's t

BIC	AIC	α_2	α_1	β_2	β_1	α_0	μ	المعلمات / النماذج
-3740.1	-3763.3	-	0.14758	-	0.85242	0.0000103	0.002481	GARCH(1,1)
-٣٧٣٤.٠	-٣٧٦١.٩	0.053262	0.1106	-	0.83614	0.000012	0.000896	GARCH(1,2)
-3733.5	-3761.3	-	0.14758	0	0.85242	0.00001	0.000919	GARCH(2,1)
-3727.9	-3760.4	0.11128	0.10066	0.25732	0.53074	0.000016	0.000891	GARCH(2,2)

5. الاستنتاجات

بعد تحليل بيانات السلسلة الزمنية لمؤشر إغلاق السوق المالية السعودية ،تبين من خلال الاختبارات الإحصائية أن أفضل أنموذج لتمثيل مؤشر إغلاق السوق المالية السعودية هو أنموذج GARCH(1,1) عندما يتوزع الخطأ العشوائي لسلسة مؤشر إغلاق السوق السعودية توزيع الطالب student's T.

٦. المصادر References

1 سهيل نجم عبدالله ،٢٠٠٨:تحليل نماذج السلاسل الزمنية اللاخطية من نوع GARCH&ARCH للرتب الدنيا باستخدام المحاكاة، اطروحة دكتورا ،جامعة بغداد.

٢ Bollerslev, T., 1986. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. Journal of Econometrics 31, 307–327.

٣ Bollerslev, T., 1987. A conditionally heteroskedastic time series model for speculative prices and rates of return. Review of Economics and Statistics 69, 542–547.

٤ Bollerslev, T., Chou, R.Y., Kroner, K.F., 1992. ARCH modeling in finance: a review of the theory and empirical evidence. Journal of Econometrics 52, 5–59.

٥ Engle, R., 1982. Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of variance of UK inflation. Econometrica 50, 987–1008.

٦ Engel, J., Gizycki, M., 1999. Conservatism, accuracy and efficiency: comparing value-at-risk models. Working Paper Series Number wp0002. Australian Prudential Regulation Authority.

٧ Jui-Cheng Hung , Ming-Chih Lee, Hung-Chun Liu,2008 . Estimation of value-at-risk for energy commodities via fat-tailed GARCH models. Energy Economics 30 ,1173–1191.

٨ Tsay, Ruey S., ٢٠٠٢.Analysis of Financial Time Series. JOHN WILEY & SONS, INC.