التنبؤ بسعر صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي: دراسة مقارنة لنموذجيّ تقدير

أ.د محمد عبدالهادى المحميد *

أ. حسين إسماعيل ميرزا **

(*) **محمد عبد الهادي المحميد** (دكتوراه الفلسفة في الإحصاء، جامعة ولاية أوكلاهوما، الولايات المتحدة الأمريكية، ١٩٨٢)، أستاذ الاحصاء، قسم الطرق الكمية ونظم المعلومات، كلية العلوم الإدارية، جامعة الكويت، له اهتمامات بحثية في مجالات الإحصاء الرياضي والتطبيقي خاصة في التحليل التتابعي، والسلاسل الزمنية، وإحصاءات "بيز"، وتحليل الشبكات العصبية، والمنطق الضبابي Fussy Logic

(**) **حسين إسماعيل حسين ميرزا** (بكالوريوس في الإحصاء، كلية التجارة والاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة الكويت، ١٩٨٧)، مدرب متخصص (ب)، رئيس قسم الحاسب الآلي، المعهد العالي للخدمات الإدارية، الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب.

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى بناء نماذج لتقدير سعر صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي وهي العملة الرئيسية في الاستيراد والتصدير في الاقتصاد الكويتي، حيث تستخدم الدراسة نموذجين رئيسيين للتقدير، الأول هو نموذج سببي مبني على الانحدار الخطي المتعدد حيث نحاول تقدير سعر الصرف والتنبؤ به باستخدام عدت متغيرات شارحة له، والنموذج الاخر هو نموذج احادي يستخدم القيم السابقة لنفس المتغير في بناء وتفسير وتقدير سعر الصرف الحالي والمستقبلي، وتفاضل الدراسة بين النماذج المستخدمة وتختار الأفضل من بينها في تقدير سعر الصرف الدينار مقابل الدولار.

Abstract

This study aims to build models to estimate the Kuwaiti Dinar (KD) exchange rate against the US dollar, which is the main currency of import and export in the Kuwaiti economy. The study uses two main models of estimation. The first is a causal model based on multiple linear regression, where the study tries to estimate the KD versus the US Dollar exchange rate using explanatory variables. The other model is a univariate model that uses previous values of the same variable in the construction, interpretation and estimation of the current and future values of the exchange rate. The study then compares between the estimated models to choose the best among them in estimating the exchange rate between the Kuwaiti Dinar and the American dollar.

المقدمة

استبدلت الكويت عملتها الرئيسية من الروبية الهندية الى الدينار الكويتي في ابريل عام ١٩٦١ وقد ربط الدينار من حيث سعر الصرف بالدولار الأمريكي منذ ذلك الوقت. قرر البنك المركزي انهاء ربط الدينار الكويتي بالدولار الأمريكي في شهر مارس من العام ١٩٧٥ واستبدل ذلك بسلة من العملات تعتمد في تركيبتها على تركيبة التجارة الخارجية لدولة الكويت تغير بشكل دوري، في حين يتم تحديد سعر صرف الدينار الكويتي مقابل العملات الرئيسية الأخرى على أساس سعر صرف هذه العملات مقابل الدولار الأمريكي، وتجدر الإشارة هنا إلى أن الدولار الأمريكي شكل نسبة مرتفعة من تركيبة سلة العملات المحددة لسعر صرفه مقابل الدينار الكويتي تراوحت بين ٦٠% و٧٥%.

سعر صرف الدينار مقابل الدولار الأمريكي كان مستقرا بصورة نسبية منذ البداية وحتى الوقت الحالي، فقد تذبذب سعر الصرف هذا بصورة أقل من تذبذب سعر صرف الدولار الأمريكي مقابل العملات العالمية الرئيسية الأخرى.

تنبع أهمية هذه الدراسة في فهم علاقة أسعار صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي بمتغيرات أخرى تؤثر عليه، واستخدام هذه المتغيرات في بناء نماذج احصائية باستخدام بعض أساليب النماذج السببية (Causal models) والتي تحاول تفسير التغيرات في سعر الصرف والتنبؤ بها بناء على قيم متغيرات مفسرة لهذا المتغير، كما سنستخدم بعض النماذج الأحادية (univariate models)، أي النماذج التي تحاول ان تفسر التغيرات التي تطرأ على أسعار الصرف استنادا إلى بعض القيم السابقة من نفس المتغير الأساسي، أي أسعار صرف العملة لفترات سابقة واستخدامها في التنبؤ بالقيم المستقبلية المتوقعة لأسعار الصرف.

لم تدرس أسعار صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي ومقابل العملات العالمية الرئيسية الأخرى من قبل بصورة كافية، دراسة المحميد وكاظم Almahmeed, M. and Kadhim, M. (1991) كانت من أوائل هذه الدراسات التي استخدمت النماذج السببية والنماذج الأحادية في تحليل ودراسة سعر صرف الدينار الكويتي واستخدامها في التنبؤ. واستخدمت دراسة Almahmeed, M., (1996) أساليب "بوكس وجنكنز" والتي شملت نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة الفردية والمتعددة في التنبؤ بأسعار صرف الدينار الكويتي مقابل العملات العالمية الرئيسية، شملت الدولار الأمريكي والجنيه الإسترليني والمارك الألماني. واستخدمت دراسة Mohammad, J. and Almahmeed, M., (1999) أسلوب الشبكات العصبية في التنبوء بأسعار صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي. واستخدم Almahmeed, M. (2000) أسلوب الارتباط الدائري canonical correlation analysis كأسلوب لدراسة وتحليل سعر صرف الدينار الكويتي مقابل العملات الرئيسية. واستخدم Almahmeed, M. (1990) نموذج احادي هو نموذج SARIMA أي النموذج الموسمي المستقر أو الثابت للانحدار الذاتي وسلسلة المتوسطات المتحركة Seasonal Autoregressive Fixed Moving Average model في دراسة الرقم القياسي لأسعار المستهلك

في دولة الكويت والتنبوء بها، وهذا النموذج الأحادي يستند على نماذج ما يعرف بنماذج "بوكس وجنكنز" Box, G., and Jenkins, G. (1976) .

١- منهجية الدراسة وبياناتها:

في الجزء التالي مباشرة – رقم ٣ – سوف نقوم ببناء نموذج سببي نستخدم فيه نماذج الانحدار الخطي المتعدد multiple linear regression حيث نستخدم بيانات أسعار صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي مع بيانات أسعار صرف الدولار الأمريكي مقابل العملات العالمية الرئيسية مثل اليورو والجنيه الإسترليني والفرنك السويسري والين الياباني كما سنستخدم بعض البيانات الاقتصادية المحلية في الكويت، مثل قيمة الواردات الكويتية والرقم القياسي لأسعار المستهلك في دولة الكويت، وهي متغيرات تتأثر بقيم صرف الدينار مقابل الدولار. فالكويت تستورد غالبية احتياجاتها المحلية وغالبية المدفوعات لها تكون بالدولار الأمريكي لذا فان أسعار السلع والخدمات تتأثر بسعر الصرف بصورة كبيرة.

وفي الجزء الرابع: سوف نقوم باستخدام نموذج أحادي للتقدير والتنبؤ بأسعار صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي مستخدمين نفس البيانات الخاصة بسعر الدينار مقابل الدولار في الجزء الثالث، غير اننا سنستخدم بيانات حالية وبيانات لفترات سابقة لمتغير واحد فقط هو سعر صرف الدينار مقابل الدولار، وسنبني نموذجا يعتمد على الانحدار الخطي الذاتي للقيم السابقة لسعر الصرف، وسنستخدم كذلك نموذج الانحدار الذاتي غير الخطي باستخدام أسلوب أو طريقة "بوكس وجنكنز".

أما في الجزء الخامس: والأخير سوف نقارن بين النماذج في الجزء الثالث والرابع ونفاضل بينها، وننهي الدراسة بذكر النتائج والتوصيات.

تشتمل متغيرات الدراسة على البيانات التالية:

Year	وهي السنوات المشمولة في الدراسة، من سنة ٢٠٠٠ الى سنة ٢٠١٦ على شكل بيانات ربع سنوية.
Q	الربع في السنة – حيث تقسم السنة الى أربعة ارباع مدة كل منها ٣ أشهر.
dol_kd	هو سعر صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي خلال الارباع السنوية من سنة ٢٠٠٠ الى ٢٠١٦
dol_euro	سعر صرف الدولار الأمريكي مقابل اليورو
dol_bp	سعر صرف الدولار الأمريكي مقابل الجنية الإسترليني
dol_sw_Fr	سعر صرف الدولار الأمريكي مقابل الفرنك السويسري
dol_yen	سعر صرف الدولار الأمريكي مقابل الين الياباني
kw_cpi	الرقم القياسي لأسعار المستهلك الربع سنوي في دولة الكويت بأساس هو سنة ٢٠٠٠
Import	قيمة الواردات الكويتية الربع سنوية مقاسة بالمليون دينار كويتي

جميع بيانات أسعار الصرف تم الحصول عليها من الموقع الرسمي لبنك الكويت المركزي على الانترنت وهو:

http://www.cbk.gov.kw/ar/statistics-and-publication/statistical-releases/quarterly.jsp

كذلك تم الحصول على باقي البيانات الربع سنوية عن الكويت: الرقم القياسي لأسعار المستهلك والواردات الربع سنوية لدولة الكويت مباشرة من موقع وزارة التخطيط الكويتية:

https://www.csb.gov.kw/

تجدر الإشارة هنا الى أن الرقم القياسي لأسعار المستهلك في دولة الكويت حسب بأساس هو سنة ٢٠٠٠ حتى العام ٢٠١١، ثم غيرت سنة الأساس بدءا من هذه السنة على الأساس الجديد وهو سنة ٢٠٠٧، وقد قمنا بتوحيد سنة الأساس لتكون بأساس واحد هو سنة ٢٠٠٠.

الجدول (١) يعرض البيانات الربع سنوية لمتغيرات الدراسة.

جدول (١) البيانات الربع سنوية لمتغيرات الدراسة

							Year base=2000	million_KD
Year	Q	dol_kd	dol_Euro	dol/Bp	dol_sw_Fr	dol_yen	Kw_CPI	Import
2000	1	305.584	0.989	1.607	1.626	106.824	100	543.1
	2	306.863	0.935	1.639	1.674	106.564	100	515.6
	3	307.564	0.908	1.479	1.704	107.599	100	570
	4	307.339	0.867	1.445	1.748	109.339	100	601.3
2001	1	306.447	0.925	1.461	1.656	117.978	101.3	586.3
	2	307.689	0.877	1.422	1.745	122.801	101.4	591.4
	3	306.217	0.89	1.436	1.7	122.028	101.8	575.3
	4	306.004	0.896	1.443	1.645	122.904	102.5	660.3
2002	1	307.536	0.977	1.427	1.679	132.607	102.3	645.1
	2	305.533	0.915	1.458	1.601	127.416	102	630.1
	3	301.673	0.984	1.548	1.487	119.158	102.2	670.9
	4	301.532	0.999	1.571	1.47	122.479	102.8	789.7
2003	1	299.39	1.071	1.611	1.37	119.175	102.9	690.4
	2	299.259	1.134	1.612	1.335	118.556	103.1	810.4
	3	299.244	1.126	1.609	1.373	117.847	103.3	870.1
	4	294.51	1.186	1.702	1.311	108.962	103.4	903.2
2004	1	294.75	1.253	1.838	1.253	107.25	103.4	897.6
	2	294.75	1.205	1.807	1.278	109.494	104	973.8
	3	294.75	1.222	1.821	1.266	109.8	104.4	937.9
	4	294.75	1.293	1.862	1.188	106.026	106.1	912.9
2005	1	292.05	1.313	1.891	1.181	104.337	106.9	1680.1
	2	292.05	1.263	1.86	1.223	107.421	108.6	1136.9
	3	292.05	1.219	1.786	1.274	111.202	108.8	1147.5
	4	292.05	1.189	1.749	1.301	117.188	110.8	1005
2006	1	292.05	1.203	1.752	1.296	117.026	110.9	938
	2	290.577	1.255	1.823	1.247	114.512	110.9	1206
	3	289.19	1.274	1.873	1.237	116.104	112.7	1266.8
	4	289.19	1.289	1.914	1.236	117.684	114.1	1291.5
2007	1	289.042	1.31	1.955	1.234	119.396	115.7	1230.1
	2	288.724	1.348	1.985	1.221	120.558	116.5	1524.2
	3	283.201	1.373	2.02	1.2	117.92	118.7	1402.5
	4	276.347	1.448	2.047	1.146	113.07	122.2	1623.4

تابع جدول (١) البيانات الربع سنوية لمتغيرات الدراسة

Year	Q	dol_kd	dol_Euro	dol/Bp	dol_sw_Fr	dol_yen	Year base=2000 Kw_CPI	million_KD Import
2008	1	271.981	1.495	1.978	1.072	105.594	127.3	1728.9
	2	265.837	1.564	1.972	1.029	104.236	129.6	1591.6
	3	266.43	1.509	1.9	1.07	107.605	131.9	1652.3
	4	270.815	1.313	1.589	1.164	96.768	134.4	1821.3
2009	1	288.448	1.308	1.437	1.146	93.14	135.1	1449.9
	2	289.724	1.358	1.541	1.115	97.374	135.9	1378.4
	3	287.123	1.427	1.643	1.065	93.776	136.1	1411.6
	4	285.781	1.478	1.633	1.022	89.804	136.9	1612.4
2010	1	287.671	1.389	1.566	1.055	90.691	138.9	1493
	2	289.897	1.279	1.492	1.107	92.272	140	1578.4
	3	287.764	1.289	1.549	1.036	86.007	142.3	1583.5
	4	281.445	1.362	1.582	0.975	82.521	144.6	1773.6
2011	1	278.99	1.3644	1.6005	0.943	82.24	146.1	1773.4
	2	275.34	1.438	1.631	0.8743	81.71	147.3	1700.8
	3	273.77	1.4128	1.6093	0.8262	77.87	148.8	1685.2
	4	276.15	1.3506	1.5728	0.9112	77.3	150.4	1778.5
2012	1	278.13	1.3094	1.5696	0.9232	79.04	151.7	1789.6
	2	278.97	1.2872	1.5844	0.934	80.21	151.7	1939.8
	3	281.35	1.2515	1.5789	0.9622	78.63	152.7	1906.1
	4	281.38	1.2959	1.606	0.9324	80.86	153.9	1996.2
2013	1	282.58	1.3235	1.5575	0.9281	92.02	155.0	2012.7
	2	284.84	1.3056	1.5359	0.9425	98.51	155.8	2088.2
	3	284.47	1.3238	1.5485	0.9326	98.92	156.6	2084.1
	4	282.59	1.3609	1.6184	0.9032	100.19	157.9	2123.6
2014	1	282.1	1.3696	1.6536	0.8935	102.82	159.5	2091.9
	2	281.56	1.3722	1.6819	0.8888	102.19	160.2	2184.4
	3	284.06	1.3295	1.6723	0.9119	103.73	161.1	2247.5
	4	290.44	1.2517	1.5861	0.9622	114.1	162.7	2305.4
2015	1	296.02	1.1298	1.5149	0.9542	119.08	164.3	2274.1
	2	301.77	1.1051	1.529	0.9427	121.19	165.8	2390.4
	3	302.41	1.1136	1.5527	0.9623	122.27	166.7	2261.9
	4	303.2	1.0955	1.5189	0.9909	121.44	167.8	2389.7
2016	1	301.59	1.101	1.4338	0.9955	115.74	169.4	2292.8
	2	301.53	1.1305	1.4372	0.9701	108.22	170.5	2358.8
	3	301.79	1.1146	1.3134	0.9773	102.55	172.2	2239
	4	303.92	1.0815	1.2439	0.9989	108.78	173.6	2424.4

٢- النموذج السببي:

قبل البدء في بناء نموذج للانحدار الخطي المتعدد لتفسير العلاقة بين سعر صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي مع متغيرات الدراسة الواردة في الجدول (١)، سوف نعرض لمصفوفة معاملات الارتباط الخطي الثنائي بين متغيرات الدراسة: المتغير التابع (سعر صرف الدينار مقابل الدولار) مع المتغيرات المستقلة أو الشارحة له لنحدد مدى قوة أو ضعف الارتباط الخطي الثنائي بينها. الشكل (١) يعرض مصفوفة الارتباطات الخطية الثنائية.

شكل (١) مصفوفة معاملات الارتباط الخطي الثنائي بين متغيرات الدراسة

Correlations: dol_kd, dol_Euro, dol_Bp, dol_sw_Fr, dol_yen, Kw_CPI, Import

	dol_kd	dol_Euro	dol_Bp	dol_sw_F	dol_yen	Kw_CPI
dol_Euro	−0.910					
	0.000					
dol_Bp	−0.483	0.564				
	0.000	0.000				
dol_sw_F	0.677	−0.754	−0.089			
	0.000	0.000	0.472			
dol_yen	0.644	−0.572	0.088	0.596		
	0.000	0.000	0.473	0.000		
Kw_CPI	−0.365	0.391	−0.333	−0.857	−0.456	
	0.002	0.001	0.005	0.000	0.000	
Import	−0.461	0.513	−0.109	−0.899	−0.393	0.954
	0.000	0.000	0.375	0.000	0.001	0.000

Cell Contents: Pearson correlation

P-Value

يتضح من بيانات الشكل (١) ان هنالك ارتباطا خطيا قويا بين سعر صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي وسعر صرف الدولار مقابل اليورو (0.91)، أما المتغيرات الأخرى ذات الارتباط الأعلى مع سعر صرف الدينار مقابل الدولار كانت على النحو التالي: مع سعر صرف الدولار مقابل الفرنك السويسري (0.677)، ثم مع سعر صرف الدولار مقابل الين الياباني (0.644). المتغيرات الاخر كان الارتباط الخطي الثنائي لها مع سعر صرف الدينار مقابل الدولار أضعف ولا نعتقد انها ستكون قوية أو معنوية إحصائيا في النماذج المقدرة.

بعد ذلك قمنا بتقدير نموذج للانحدار الخطي المتعدد بين سعر صرف الدينار مقابل الدولار مع جميع المتغيرات السببية الشارحة. الشكل (٢) يعرض نتائج هذا النموذج والمقدر بطريقة المربعات الصغرى least squared method.

يتضح من نتائج النموذج المعروض في الشكل (٢) أنه نموذج نجح في تفسير ٨٦.٥% من التغيرات الكلية في سعر صرف الدينار مقابل الدولار، غير أن المتغيرات الشارحة له ليست كلها معنوية او مقبولة احصائيا ويجب استبعاد بعضها، المتغيرات المؤثرة في تفسير سعر صرف الدينار مقابل الدولار كانت فقط المتغيرات التالية: الدولار مقابل اليورو والدولار مقابل الفرنك السويسري والدولار مقابل الين الياباني فقط، وهذا يتفق مع نتائج الارتباطات الخطية الثنائية في الشكل (١).

شكل (٢) النموذج الكامل للانحدار بين سعر صرف الدينار مقابل الدولار مع جميع المتغيرات الشارحة

The regression equation is

dol_kd = 383 − 51.8 dol_Euro − 10.5 dol_Bp − 17.8 dol_sw_Fr + 0.234 dol_yen − 0.094 Kw_CPI − 0.00216 Import

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	383.20	30.13	12.72	0.000
dol_Euro	−51.842	8.688	−5.97	0.000
dol_Bp	−10.468	7.442	−1.41	0.165
dol_sw_F	−17.775	8.817	−2.02	0.048
dol_yen	0.23359	0.06256	3.73	0.000
Kw_CPI	−0.0941	0.1305	−0.72	0.474
Import	−0.002160	0.004614	−0.47	0.641

S = 4.265 R−Sq = 86.5% R−Sq(adj) = 85.1%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	6	7090.2	1181.7	64.96	0.000
Residual Error	61	1109.6	18.2		
Total	67	8199.8			

شكل (٣) أفضل نموذج انحدار خطي بين سعر صرف الدينار مقابل الدولار مع متغيرات شارحة تم الحصول علية باستخدام طريقة step wise regression وكانت معنوية من الناحية الاحصائية

Regression Analysis: dol_kd versus dol_Euro, dol_yen

The regression equation is

dol_kd = 338 − 51.2 dol_Euro + 0.143 dol_yen

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	338.459	8.338	40.59	0.000
dol_Euro	−51.217	3.716	−13.78	0.000
dol_yen	0.14331	0.04572	3.13	0.003

S = 4.339 R−Sq = 85.1% R−Sq(adj) = 84.6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	6976.1	3488.1	185.28	0.000
Residual Error	65	1223.7	18.8		
Total	67	8199.8			

يعرض الشكل (٣) نتائج تحليل الانحدار الخطي المتعدد لسعر صرف الدينار مقابل الدولار مع المتغيرات الشارحة وباستخدام طريقة الانحدار التدرجي stepwise regression باستخدام طريقتي الادخال التدرجي للمتغيرات foreword method وطريقة الاقصاء الخلفي التدرجي backward elimination. نتائج الجدول تشير الى ان المتغيرات الشارحة المعتمدة وذات الدلالة الإحصائية بعد الادخال التدرجي والاقصاء للمتغيرات الأضعف في النموذج المقدر، فان النموذج النهائي المقدر هو نموذج يشتمل على متغيرين رئيسيين شارحين فقط لسعر صرف الدينار مقابل الدولار الأمريكي هما: سعر صرف الدولار مقابل اليورو (dol_euro) وسعر صرف الدولار مقابل الين الياباني (dol_yen). ويبدو ذلك منطقيا، فمعظم التجارة الخارجية للكويت هي مع بضائع من هذه الدول وبعملات هذه الدول وغالبيتها صفقات تجارية واقتصادية تتم وتسدد باستخدام الدولار الأمريكي. النموذج المقدر يشرح ٨٥.١% من التغيرات الكلية في سعر صرف الدينار مقابل الدولار الأمريكي. وبالمقارنة مع النموذج الكامل والذي عرضه الشكل (٢) نجد أن الفرق كان فقط هو ١.٤ (الفرق بين ٨٦.٥% و٨٥.١%) هي مساهمة المتغيرات الشارحة

الأخرى والتي تم استبعادها من النموذج لأنها كانت غير ذات دلالة إحصائية معنوية. لذا فان النموذج المقدر في الشكل (٣) هو النهائي والأفضل.
وبذلك يكون النموذج النهائي المقدر هو:

dol_kd = 338.459 − 51.217 dol_euro + 0.14331 dol_yen

٤-النموذج الاحادي:

في هذه النماذج سوف نستخدم البيانات الحالية والبيانات السابقة لسعر صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي. ابتداء فإننا سوف نستخدم البيانات الحالية والبيانات السابقة لنفس المتغير في بناء نموذج يستخدم في التفسير وفي التنبؤ لنفس المتغير أي dol_kd، لذا سنستخدم القيمة الحالية لهذا المتغير أي dol_kd_t (سعر الصرف للفترة t) وقيمة الربع السابق له، أي dol_kd_{t-1} (قيمة سعر الصرف للفترة t−1) وهكذا للفترات السابقة لها. كما اننا نحتاج ان نتعرف ان كانت هنالك موسمية في أسعار الصرف تتأثر بالقيم السابقة لها منذ سنة او سنتين أو أكثر (في حالة البيانات المستخدمة قبل ٤ ارباع او ٨ ارباع من الربع الحالي لقيمة صرف الدينار مقابل الدولار). بناء على ذلك فان الجدول (٢) التالي يعرض السلسلة الزمنية لأسعار صرف الدينار مقابل الدولار الأمريكي والقيمة السابقة لها بربع واحد lag_1، والقيمة السابقة لها بربعين lag_2، وهكذا للباقي حتى القيمة السابقة بسنة، أي ٤ ارباع lag_4.
الشكل (٤) يعرض الخط الزمني لرسم السلسلة الزمنية لسعر صرف الدينار مقابل الدولار الأمريكي، حيث لا يظهر من الخط البياني للسلسلة وجود موسمية تتكرر كل سنة أو سنتين مثلا. للتأكد من ذلك قمنا بحساب معاملات الارتباط الخطي بين القيم في الجدول (٢)، أي بين قيم سعر الصرف والقيم السابقة لها (lag's). الشكل (٥) يعرض مصفوفة الارتباط الذاتي بين القيم الحالية والقيم السابقة. يتضح من الشكل أن الارتباط بين القيم الحالية والقيمة السابقة لها بفترة واحدة، أي بربع سنة، كان كبيرا ومعنويا وأن الارتباط يقل كلما زادت الفترة الزمنية السابقة بين القيمتين. وهذا يوحي بان نموذج الانحدار الذاتي قد يكون نموذجا مناسبا وقويا في التفسير والتنبؤ بسعر صرف الدينار مقابل الدولار.

لذا سوف نقوم بحساب ورسم سلسلة الارتباطات الذاتية بين القيم الحالية والسابقة autocorrelations وكذلك حساب ورسم سلسلة الارتباط الذاتي الجزئي بين القيم الحالية والقيم السابقة partial autocorrelations، وهما طريقتان تستخدمان في أسلوب "بوكس وجنكنز" في بناء وتقدير السلاسل الزمنية، وفي التعرف على نوعية النماذج المناسبة، وفي اختبار مدى استقرار السلسلة الزمنية المستخدمة وثباتها، وكذلك فحص مدى وجود اية ارتباطات موسمية تتكرر بشكل سنوي. وقد استخدمنا برنامج Minitab بنسخته رقم ١٧ للحصول على هاتين الوسيلتين، حيث يعرض الشكل (٦) شكل الارتباط الذاتي، ويعرض الشكل (٧) شكل الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة سعر صرف الدينار مقابل الدولار.

من الشكل (٦) يتضح ان دالة الارتباط الذاتي autocorrelation function بين القيم الحالية والقيم السابقة تتباطأ وتقل بشكل سريع نسبيا (الارتباط الذاتي بعد فترتين أو ثلاثة كان من الناحية الإحصائية غير معنوي، أي لا تختلف قيمته الحقيقية عن الصفر، وبذلك يمكن اعتبار شكل دالة الارتباط الذاتي لهذه السلسلة من أسعار الصرف دالة منقطعة من الناحية الاحصائية)، لذا فان شكل هذه الدالة يدل على أن سلسلة سعر صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي هي سلسلة تتمتع بالثبات stationary time series ولا تحتاج الى اية عملية لتحويلها الى سلسلة ثابتة ومستقرة. كما يتضح من الشكل (٧) أن دالة الارتباط الذاتي الجزئي partial autocorrelation function كانت فيها الارتباطات غير معنوية إلا الارتباط الذاتي الجزئي الأول، وهذه النمطية، تنطبق تماما مع نمطية نموذج الانحدار الخطي الذاتي في نماذج "بوكس وجنكنز" auto regression model، كما لا يوضح الشكلان وجود اية نمطية أو ارتباطات موسمية seasonal effect تتكرر بشكل موسمي، مما يوحى بان النموذج المناسب لهذه البيانات هو نموذج الانحدار الخطي الذاتي غير الموسمي.

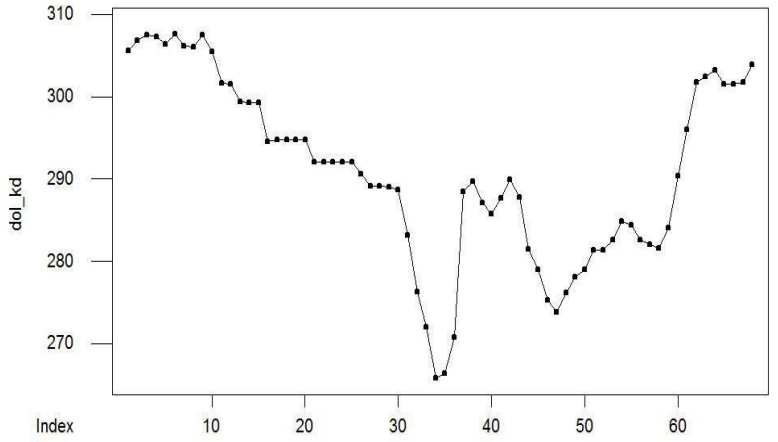
جدول (٢) لسلسلة سعر صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي والقيم السابقة لها بفترة واحدة وحتى ٤ فترات سابقة

Year	Q	dol_kd	lag_1	lag_2	lag_3	lag_4
2000	1	305.584	*	*	*	*
	2	306.863	305.584	*	*	*
	3	307.564	306.863	305.584	*	*
	4	307.339	307.564	306.863	305.584	*
2001	1	306.447	307.339	307.564	306.863	305.584
	2	307.689	306.447	307.339	307.564	306.863
	3	306.217	307.689	306.447	307.339	307.564
	4	306.004	306.217	307.689	306.447	307.339
2002	1	307.536	306.004	306.217	307.689	306.447
	2	305.533	307.536	306.004	306.217	307.689
	3	301.673	305.533	307.536	306.004	306.217
	4	301.532	301.673	305.533	307.536	306.004
2003	1	299.39	301.532	301.673	305.533	307.536
	2	299.259	299.390	301.532	301.673	305.533
	3	299.244	299.259	299.390	301.532	301.673
	4	294.51	299.244	299.259	299.390	301.532
2004	1	294.75	294.510	299.244	299.259	299.390
	2	294.75	294.750	294.510	299.244	299.259
	3	294.75	294.750	294.750	294.510	299.244
	4	294.75	294.750	294.750	294.750	294.510
2005	1	292.05	294.750	294.750	294.750	294.750
	2	292.05	292.050	294.750	294.750	294.750
	3	292.05	292.050	292.050	294.750	294.750
	4	292.05	292.050	292.050	292.050	294.750

تابع جدول (٢) لسلسلة سعر صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي

Year	Q	dol_kd	lag_1	lag_2	lag_3	lag_4
2006	**1**	292.05	292.050	292.050	292.050	292.050
	2	290.577	292.050	292.050	292.050	292.050
	3	289.19	290.577	292.050	292.050	292.050
	4	289.19	289.190	290.577	292.050	292.050
2007	**1**	289.042	289.190	289.190	290.577	292.050
	2	288.724	289.042	289.190	289.190	290.577
	3	283.201	288.724	289.042	289.190	289.190
	4	276.347	283.201	288.724	289.042	289.190
2008	**1**	271.981	276.347	283.201	288.724	289.042
	2	265.837	271.981	276.347	283.201	288.724
	3	266.43	265.837	271.981	276.347	283.201
	4	270.815	266.430	265.837	271.981	276.347
2009	**1**	288.448	270.815	266.430	265.837	271.981
	2	289.724	288.448	270.815	266.430	265.837
	3	287.123	289.724	288.448	270.815	266.430
	4	285.781	287.123	289.724	288.448	270.815
2010	**1**	287.671	285.781	287.123	289.724	288.448
	2	289.897	287.671	285.781	287.123	289.724
	3	287.764	289.897	287.671	285.781	287.123
	4	281.445	287.764	289.897	287.671	285.781
2011	**1**	278.99	281.445	287.764	289.897	287.671
	2	275.34	278.990	281.445	287.764	289.897
	3	273.77	275.340	278.990	281.445	287.764
	4	276.15	273.770	275.340	278.990	281.445
2012	**1**	278.13	276.150	273.770	275.340	278.990
	2	278.97	278.130	276.150	273.770	275.340
	3	281.35	278.970	278.130	276.150	273.770
	4	281.38	281.350	278.970	278.130	276.150
2013	**1**	282.58	281.380	281.350	278.970	278.130
	2	284.84	282.580	281.380	281.350	278.970
	3	284.47	284.840	282.580	281.380	281.350
	4	282.59	284.470	284.840	282.580	281.380
2014	**1**	282.1	282.590	284.470	284.840	282.580
	2	281.56	282.100	282.590	284.470	284.840
	3	284.06	281.560	282.100	282.590	284.470
	4	290.44	284.060	281.560	282.100	282.590
2015	**1**	296.02	290.440	284.060	281.560	282.100
	2	301.77	296.020	290.440	284.060	281.560
	3	302.41	301.770	296.020	290.440	284.060
	4	303.2	302.410	301.770	296.020	290.440
2016	**1**	301.59	303.200	302.410	301.770	296.020
	2	301.53	301.590	303.200	302.410	301.770
	3	301.79	301.530	301.590	303.200	302.410
	4	303.92	301.790	301.530	301.590	303.200

شكل (٤) الخط الزمني لسلسلة سعر صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي



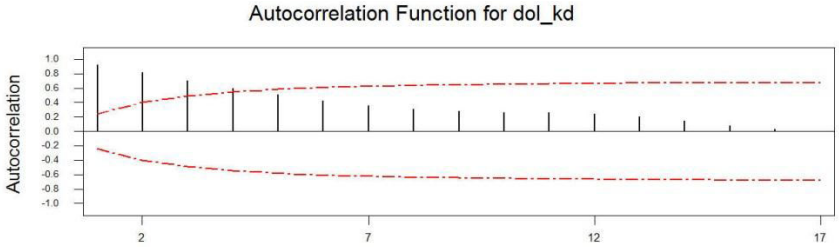
شكل (٥) مصفوفة الارتباط الخطي الذاتي بين القيم الحالية والقيم السابقة

Correlations: dol_kd, lag_1, lag_2, lag_3, lag_4

	dol_kd	lag_1	lag_2	lag_3
lag_1				0.952
				0.000
lag_2			0.860	0.952
			0.000	0.000
lag_3		0.755	0.858	0.951
		0.000	0.000	0.000
lag_4	0.659	0.750	0.855	0.950
	0.000	0.000	0.000	0.000

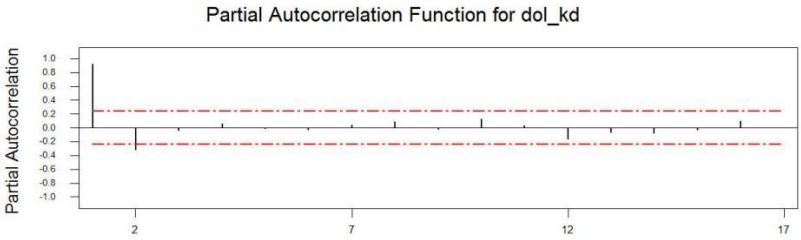
Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

شكل (٦) رسم معاملات الارتباط الذاتي لسلسلة القيم الحالية والسابقة لسعر صرف الدينار مقابل الدولار



Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ	Lag	Corr	T	LBQ
1	0.93	7.67	61.51	8	0.31	0.98	224.60	15	0.08	0.24	252.71
2	0.82	4.10	110.13	9	0.28	0.85	230.71	16	0.03	0.09	252.81
3	0.70	2.87	146.35	10	0.26	0.80	236.28	17	-0.01	-0.02	252.81
4	0.60	2.20	173.10	11	0.26	0.78	241.83				
5	0.51	1.75	192.74	12	0.24	0.72	246.72				
6	0.43	1.41	206.82	13	0.20	0.60	250.28				
7	0.36	1.15	216.89	14	0.15	0.43	252.13				

شكل (٧) رسم معاملات الارتباط الذاتي الجزئي لسلسلة القيم الحالية والسابقة لسعر صرف الدينار مقابل الدولار



Lag	PAC	T	Lag	PAC	T	Lag	PAC	T
1	0.93	7.67	8	0.09	0.70	15	-0.04	-0.31
2	-0.33	-2.74	9	-0.03	-0.26	16	0.10	0.80
3	-0.05	-0.37	10	0.12	1.01	17	-0.00	-0.01
4	0.06	0.51	11	0.03	0.21			
5	-0.02	-0.16	12	-0.18	-1.46			
6	-0.04	-0.36	13	-0.08	-0.62			
7	0.03	0.28	14	-0.09	-0.73			

لذا سوف نبدأ تقدير النموذج الأحادي باستخدام قيمة سابقة واحدة لسعر صرف الدينار مقابل الدولار الأمريكي، أي القيمة dol_kd_{t-1} كقيمة شارحة ونستخدم طريقة الانحدار الخطي البسيط في هذا التقدير. الشكل (٨) يعرض نتائج تقدير هذا النموذج حيث كان المتغير dol_kd_t هو المتغير التابع والمتغير dol_kd_{t-1} او القيمة السابقة بفترة واحد lag_1 كمتغير مستقل أو شارح.

شكل (8) نموذج تقدير dol_kd باستخدام lag_1 كقيمة شارحة له وباستخدام طريقة الانحدار الخطي البسيط

The regression equation is :

dol_kd = 14.6 + 0.950 lag_1

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	14.62	10.97	1.33	0.187
lag_1	0.94965	0.03770	25.19	0.000

S = 3.379 R-Sq = 90.7% R-Sq(adj) = 90.6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	7242.7	7242.7	634.39	0.000
Residual Error	65	742.1	11.4		
Total	66	7984.7			

النموذج المقدر في الشكل (٨) نموذج جيد ومعنوي احصائيا، قيمة معامل التحديد فيه (R^2) عالية وتساوي ٩٠.٧%. لذا، اضفنا قيمة شارحة أخرى هي القيمة السابقة بفترتين (أي قبل ربعين من السنة) وهي قيم المتغير lag_2، الشكل (٩) يعرض تقدير النموذج الخطي المتعدد باستخدام قيم نفس سعر صرف الدينار مقابل الدولار قبل فترة واحدة وقبل فترتين (أي قيم المتغيرين lag_1 و lag_2)

شكل (٩) نموذج تقدير dol_kd باستخدام lag_1 و lag_2 كقيمتين شارحتين له وباستخدام طريقة الانحدار الخطي المتعدد

The regression equation is :

dol_kd = 21.6 + 1.40 lag_1 - 0.474 lag_2

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	21.569	9.994	2.16	0.035
lag_1	1.4000	0.1110	12.61	0.000
lag_2	-0.4742	0.1103	-4.30	0.000

S = 3.009 R-Sq = 92.6% R-Sq(adj) = 92.4%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	7152.7	3576.3	394.99	0.000
Residual Error	63	570.4	9.1		
Total	65	7723.1			

النموذج المقدر في الشكل (٩) أفضل من النموذج السابق له، فهو معنوي احصائيا بكل مكوناته ومعامل التحديد له (R^2) أعلى من النموذج السابق (٩٢.٦%)، أي أن هذا النموذج استطاع أن يفسر ٩٢.٦% من التغيرات الكلية في سعر صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي.
كما لم تظهر محاولتنا إضافة أي قيم سابقة أخرى من سعر صرف الدينار مقابل الدولار الى النموذج المقدر في الشكل (٩) أية معنوية أو دلالة إحصائية، ولم تظهر أي إضافة لقيم موسمية سابقة لفترة واحدة (سنة واحدة أو ٤ ارباع) ولا لفترتين (أي لسنتين أو ٨ فترات) معنوية أو دلالة إحصائية، لذا فان النموذج المقدر خطيا وبطريقة المربعات الصغرى والمعروض في الشكل (٩) هو الأفضل من بين جميع النماذج الأحادية المستخدمة في تقدير قيم سعر صرف الدينار الكويتي مقابل الدولار الأمريكي باستخدام قيم سابقة من نفس المتغير. وبذلك فان النموذج النهائي المقدر هو:

dol_kd = 21.560 + 1.40 lag_1 − 0.4742 lag_2

لمقارنة نموذج الانحدار الذاتي السابق المقدر في الشكل (٩) والمقدر خطيا باستخدام طريقة المربعات الصغرى فقد قمنا بإعادة تقديره باستخدام نفس المتغيرات الشارحة له (أي باستخدام lag_1 وlag_2) ولكن باستخدام أسلوب أو طريقة "بوكس وجنكنز" Box and Jenkins method وهي طريقة تعتمد على المربعات الصغرى للأخطاء كذلك ولكن التقدير فيها يتم بصورة غير خطية. تم التقدير باستخدام برنامج Minitab بنسخته ١٧، حيث استخدمنا أمر ARIMA وهو الأمر الخاص بتقدير نماذج "بوكي وجنكنز" للسلاسل الزمنية بطريقة غير خطية، في هذا الأمر اقتصرنا على اختيار نموذج الانحدار الذاتي غير موسمي non seasonal Autoregressive model من الرتبة ٢. الشكل (١٠) يعرض نتائج هذا التقدير.

شكل (١٠) نموذج تقدير dol_kd باستخدام نماذج "بوكس وجنكنز" غير الموسمية باستخدام الانحدار الذاتي من الرتبة الثانية

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	1.4271	0.1095	13.03	0.000
AR	2	−0.4861	0.1093	−4.45	0.000
Constant		17.3066	0.3721	46.51	0.000
		Mean	293.648		6.313

Number of observations: 68
Residuals: MS = 8.901 DF = 65

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	6.1	13.5	24.6	27.6
DF	9	21	33	45
P-Value	0.726	0.890	0.853	0.981

النموذج المقدر في الشكل (١٠) هو كذلك نموذج معنوي احصائيا ومقبول، متوسط مربع الانحرافات فيه هي ٨.٩٠١ وهي الأقل من بين النماذج المقدرة سابقا. شكل النموذج المقدر هو الاتي:

$$dol_kd = 17.3066 + 1.4271\ lag_1 - 0.4861\ lag_2$$

٥- مقارنة النماذج المقدرة

للمقارنة بين النماذج الثلاثة المقدرة في هذه الدراسة سوف نقوم بتلخيص المعلومات عن هذه النماذج:

النموذج الأول: هو النموذج السببي الذي تم تقديره بطريقة الانحدار الخطي المتعدد باستخدام طريقة المربعات الصغرى، حيث كان متغيران مستقلان هما المتغيران اللذان كانا المتغيرين ذو الدلالة الإحصائية في شرح التغيرات في سعر صرف الدينار مقابل الدولار وهما كل من dol_euro و dol_yen.

النموذج الثاني: هو النموذج الأحادي والذي تم تقديره بطريقة الانحدار الخطي المتعدد باستخدام طريقة المربعات الصغرى حيث تم استخدام القيمتين السابقتين لسعر صرف الدينار مقابل الدولار (lag_1 و lag_2) كقيم شارحة.

النموذج الثالث: هو النموذج الأحادي نفسه الذي استخدم في النموذج الثاني، غير اننا قدرناه بطريقة "بوكس وجنكنز" والتي تقدر هذا النموذج باستخدام طريقة المربعات الصغرى ولكنها تقدرها بطريقة غير خطية، تبدأ باختيار قيم افتراضية ابتدائية لمعاملات النموذج المقدر، ومن ثم تحاول هذه الطريقة تحسين قيم هذه المعاملات بطريقة تتابعية تهدف الى الوصول إلى تقديرات أفضل لهذه المعاملات عن طريق اختيار قيم أخرى تصغر مجموع مربعات الانحرافات أو الأخطاء، وتستمر العملية التتابعية في البحث عن مقدرات أفضل حتى الوصول الى اقصى تصغير ممكن في مجموع مربعات الأخطاء.

كانت أفضل النماذج المقدرة هي الاتي:

النموذج	التقدير
الأول	$dol_kd = 338.459 - 51.217\ dol_euro + 0.14331\ dol_yen$
الثاني	$dol_kd = 21.560 + 1.40\ lag_1 - 0.4742\ lag_2$
الثالث	$dol_kd = 17.3066 + 1.4271\ lag_1 - 0.4861\ lag_2$

وفيما يلي ملخص عن مؤشرات تقييم مدى قوة او جوانب القصور في كل نموذج مقدر:

النموذج	مجموع المربعات الكلي	مجموع مربعات النموذج	مجموع مربعات الأخطاء	متوسط مربعات الأخطاء	معامل التحديد R^2 (%)	معامل الارتباط الكلي R
الأول	8199.8	6976.1	1223.7	18.1	85.1	0.922
الثاني	7723.1	7152.7	570.4	9.1	92.6	0.962
الثالث *	7723.1	7401.5	321.6	8.901	95.8	0.979

* قيم هذا النموذج حسبت من واقع القيم المقدرة باستخدام هذا النموذج

تعليقات على النماذج الثلاثة المقدرة أعلاه:

النموذج الأول هو الأضعف من بين النماذج الثلاثة المقدرة. معامل التحديد له كان ٨٥.١ % مما يعني أن هذا النموذج نجح في تفسير ٨٥.١ % من التغيرات الكلية في سعر صرف الدينار مقابل الدولار (dol_kd)، وفشل في تفسير الباقي – أي في ١٤.٩%. مما يعني أن معامل الارتباط الكلي بين dol_kd والمتغيرات الشارحة له في هذا النموذج (dol_euro, dol_yen) كان ٠.٩٢٢. كما أن قيمة متوسط مربعات الأخطاء في هذا النموذج كانت الأعلى من بين النماذج الثلاثة المقدرة، حيث بلغت ١٨.١. إضافة الى ان هذه النموذج هو الأصعب في الاستخدام في التنبؤ، حيث يتطلب استخدامه معرفة وتوافر القيم الحالية والمستقبلية للمتغيرات الشارحة لتقدير قيمة سعر صرف الدينار مقابل الدولار، وهذا قد لا يكون ممكنا او متوافرا. بشكل عام فان النموذج ليس سيئا ويمكن استخدامه، غير ان النموذجين الاخرين كانا أفضل منه.

النموذج الثاني: بشكل عام هذا النموذج أسهل في الاستخدام من النموذج السابق، فلا يتطلب هذا النموذج سوى توافر بيانات سلسلة لسعر صرف الدينار مقابل الدولار، وهو يستخدم البيانات السابقة لنفس المتغير في تقدير وبناء النموذج وفي التنبؤ بالقيم المستقبلية له. معامل التحديد لهذا النموذج كان ٩٢.٦% مما يعني أن النموذج قد نجح في تفسير ٩٢.٦% من التغيرات الكلية في سعر صرف الدينار مقابل الدولار الأمريكي، وهذه النسبة هي أكبر من النسبة للنموذج الأول. كما أن نسبة الارتباط الكلي بين سعر صرف الدينار مقابل الدولار (dol_kd) والمتغيرات

الشارحة له في هذا النموذج وهي قيم سابقة من نفس المتغير (lag_1, lag_2)، كانت ٠.٩٦٢ وهو ارتباط قوي. كما أن متوسط مربعات أخطاء هذا النموذج كانت ٩.١ وهي أقل من النموذج الأول، وهذا الرقم كلما قل واقترب من الصفر كان النموذج أكثر قوة وأكثر دقة في تفسير سعر الصرف بين الدينار مقابل الدولار، وأقل خطأ في تقدير القيم المستقبلية لسعر الصرف. بشكل عام، هذا النموذج سهل التقدير لأنه يعتمد طريقة التقدير الخطي باستخدام طريقة المربعات الصغرى، وهي الطريق الأسهل استخداما وتوفرها غالبية الحزم الإحصائية المتوافرة في السوق، كما ان النموذج يتطلب قيم متغير واحد فقط واثبت كفاءة اعلى في التقدير والتنبؤ من النموذج الأول.

النموذج الثالث: هو في الأساس نفس النموذج السابق في النموذج الثاني غير أن طريقة تقديره مختلفة مع أنها تعتمد على نفس الأساس ألا وهو طريقة المربعات الصغرى، أي طريقة تقدر النموذج الأفضل عن طريق اختيار معاملات النموذج التي تجعل مجموع مربعات أخطاء التقدير أو الانحرافات عن القيم الفعلية الأقل. هذا النموذج مقدر بطريقة "بوكس وجنكنز" وهي طريقة غير خطية في تقدير معاملات النموذج. هذا النموذج بالمقارنة مع نفس النموذج ولكن بطريقة خطية – والمعروض في الحالة الثانية أعلاه– هو أفضل قليلا في كل عوامل قياس الأفضلية السابقة، فمعامل التحديد له كانت الأعلى (R^2 = 95.8%)، أي أن هذا النموذج فسر ٩٥.٨% من التغيرات الكلية في سعر الصرف بين الدينار والدولار، وبذلك كان معامل الارتباط الخطي الكلي بين المتغير التابع dol_kd والقيم السابقة والشارحة له كبيرا حيث بلغ ٩٧.٩% وهي قيمة عالية بلا شك، كما أن مجموع مربعات أخطاء هذا النموذج المقدر كانت الأدنى (وهو الشيء المرغوب) حيث كانت ٨.٩. غير أن هذا النموذج هو الأصعب في التقدير ويتطلب توافر برمجيات تقوم بحسابه وتقديره، كما أنه يتطلب في تحديده وبناءه وتقديره واختبار صلاحيته، شخصا احصائيا متخصصا، وفي مجال السلاسل الزمنية وأساليب "بوكس وجنكنز" تحديدا، وهذا الأسلوب ليس بالسهل في الفهم والاستخدام لغير المتخصصين.

خلاصة القول بالنسبة للنماذج المقدرة أعلاه أننا نجد أن النماذج الأحادية كانت الأكفأ والادق في بناء وتقدير نماذج السلاسل الزمنية المقدرة سواء بالأسلوب الخطي أو بالأسلوب غير الخطي،

وأننا نفضلها على النماذج السببية في مثل هذه البيانات (بيانات السلاسل الزمنية) للأسباب التي ذكرتها الدراسة. ولأن دراسة أسعار الصرف بين العملات تعتبر دراسة ديناميكية ومستمرة فإننا نوصي بالاستمرار في دراسة أسعار صرف الدينار الكويتي مع العملات الرئيسة العالمية وفي تبني الأساليب الاحدث، خاصة مع توافر وتبسيط طرق التقدير ذات الخطوات أو الإجراءات الصعبة الفهم على غير المتخصصين. كما نوصي بسهولة توفير مثل هذه البيانات للباحثين خاصة من قبل الإدارات والوزارات المعنية في الحكومة مثل وزارة التجارة والصناعة والتخطيط وبنك الكويت المركزي، ووزارة العدل ووزارة الداخلية، وتوفير ذلك من خلال قواعد بيانات متوافرة الكترونيا.

المراجع

- Almahmeed, M., "SARIMA Modeling of Consumer Price Index of Kuwait", The Egyptian Statistical Journal, vol. 34, No. 3 (1990).
- Almahmeed, M., "Predicting of KD Exchange rate against the major currencies", The Egyptian Journal of Statistics, vol. 40, no. 2, pp. 1-22, (1996). (In Arabic).
- Almahmeed, M., "Exchange Rate Space: the case of Kuwaiti Dinar against Major Currencies", The Middle East Business and Economic Review, vol. 12, no. 1, pp. 14-31, (2000).
- Almahmeed, M. and Kadhim, M., "Analysis and Forecasting of the KD Exchange Rate", The Middle East Business and Economic Review, Vol 3, No. 1, 1-14, (1991).
- Box, G., and Jenkins, G., Time Series Analysis: Forecasting and Control", San Francisco: Holden-Day, (1976).
- Kuwait Investment Company (KIC), "The Kuwaiti Dinar: Chronological Event", (Kuwait KIC n.d.).
- Mohammad, J. and Almahmeed, M., "Neural Network: Prediction of Exchange Rate of the Kuwaiti Dinar against the US Dollar", Arab Journal of Administrative Sciences, vol. 6, no. 1, pp. 17-35, (1999). (In Arabic).