



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة كربلاء
كلية الإدارة والاقتصاد
قسم الإحصاء
الدراسات العليا



اختيار افضل تقدير لمنظومة المعادلات الآنية 3s1s-2s1s مع تطبيق عملي

رسالة مقدمة الى مجلس كلية الإدارة والاقتصاد /جامعة كربلاء
وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الإحصاء

تقدمت بها

رباب مصطفى جواد

بإشراف

أ.د. شروق عبد الرضا السباح

م . د . نمارق قاسم حسين

2023 م

1445 هـ

كربلاء المقدسة

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(وَلَقَدْ آتَيْنَا دَاوُودَ وَسُلَيْمَانَ عِلْمًا وَقَالَا الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي فَضَّلَنَا عَلَى كَثِيرٍ
مِّنْ عِبَادِهِ الْمُؤْمِنِينَ)

صدق الله العلي العظيم

((سورة النمل : الآية 15))

إقرار المشرف

أشهد أن إعداد هذه الرسالة الموسومة (اختيار افضل تقدير لمنظومة المعادلات
الائية 2sls - 3sls مع تطبيق عملي) والتي تقدم بها الطالبة " رباب مصطفى
جواد" قد جرت بإشرافي في قسم الاحصاء - كلية الادارة والاقتصاد - جامعة
كربلاء، وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في الاحصاء.

أ.د شروق عبد الرضا سعيد

م.د نمارق قاسم حسين

التاريخ 2023/ /

توصية رئيس قسم الاحصاء

بناءً على توصية الاستاذ المشرف، أرشح الرسالة للمناقشة.

أ.م.د ايناس عبد الحافظ محمد

رئيس قسم الاحصاء

التاريخ: 2023 / /

إقرار الخبير اللغوي

أشهد أن الرسالة الموسومة (اختيار افضل تقدير لمنظومة المعادلات الانية 2s1s - 3s1s مع تطبيق عملي) للطالبة رباب مصطفى جواد / قسم الاحصاء قد جرت مراجعتها من الناحية اللغوية حتى اصبحت خالية من الابخاء اللغوية والاسلوبية ولأجله وقعت.

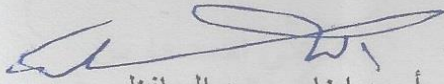
الخبير اللغوي

م. صلاح مهدي جابر

جامعة كربلاء - كلية الإدارة والاقتصاد

إقرار لجنة المناقشة

تشهد نحن أعضاء لجنة المناقشة بأننا قد اطلعنا على الرسالة الموسومة (اختيار افضل تقدير لمنظومة المعادلات الانية 2sls - 3sls مع تطبيق عملي) والمقدمة من قبل الطالبة " رباب مصطفى جواد " وناقشنا الطالبة في محتوياتها وفيما له علاقة بها، ووجدنا بأنها جديرة بنيل درجة ماجستير علوم في الإحصاء بتقدير (.)



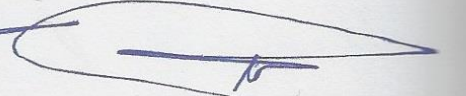
أ.م.د. ايناس عبد الحافظ محمد

عضواً



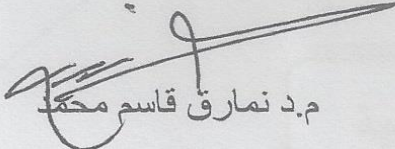
أ.م.د. صدى فايز محمد

عضواً



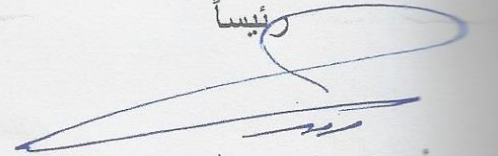
أ.د. عدنان كرم نجم الدين

رئيساً



م.د. نمارق قاسم محمد

عضواً ومشرفاً



أ.د. شروق عبد الرضا سعيد

عضواً ومشرفاً

إقرار رئيس لجنة الدراسات العليا

بناءً على اقرار المشرف العلمي والخبير اللغوي على رسالة الماجستير
للطالبة " رباب مصطفى جواد " الموسومة بـ (اختيار افضل تقدير
لمنظومة المعادلات الانية 2sls - 3sls مع تطبيق عملي) ارشح هذه
الرسالة للمناقشة.

أ.د. علي احمد فارس
رئيس لجنة الدراسات العليا

مصادقة مجلس الكلية

صادق مجلس كلية الادارة والاقتصاد/ جامعة كربلاء على قرار لجنة المناقشة.

أ.د. محمد حسين الجبوري

عميد كلية الادارة والاقتصاد- جامعة كربلاء

2023/ /

الإهداء

- الى من المته ذنوبنا فخذيت عينه لاجلنا لسيدنا وامامنا المنتظر "عج" .
الى من سقيت الأمراض بدمائهم فأنبئت باسميناً شهدائنا الابرار .
الى ذلك الجندي الذي ما زال يقف مرغماً عن جراحه عراقنا الحبيب .
الى من امر الرب الجليل بمصاحبتهما بالمعروف والدي ووالدي الغالين .
الى ثمرة قلبي ومهجة فؤادي نروحي العزيزين .
الى القلوب الطاهرة الرقيقة والنفوس البريئة الى مراحين حياتي أخوتي واخواتي .
الى من لمعوا في قلبي وبقوبجاني صديقاتي العزيزات .
الى كل من التقيت بهم في مسيرتي العلمية اساتذتي الفضلاء . . نرملاتي الكرام
اهدي ثمرة جهدي المتواضع . . .



شكر وتقدير

الحمد لله حق حمده والصلاة والسلام على خير خلقه محمد وعلى اله الطيبين الطاهرين ، اول الشكر وآخره لله (سبحانه وتعالى) على ما وفقني واعانني به لإنجاز هذه الرسالة. يطيب لي ان أتقدم بخالص شكري وعظيم احترامي الى استاذتي (الأستاذة الدكتورة شروق عبد الرضا السباح – المساعد الدكتور نمارق قاسم حسين) على تفضلها بالأشراف على رسالتي وعلى جهودهما التي بذلتها معي عبر توجيهاتهما وارشاداتهما السديدة التي كان لها الأثر الكبير في انجاز هذه الرسالة.

كما أتقدم بالشكر والعرفان والامتنان الى جميع أساتذتي في قسم الإحصاء –كلية الإدارة والاقتصاد – جامعة كربلاء لما أفاضوا عليّ من علمهم الغزير وكرمهم الواسع طوال مدة الدراسة.

واتوجه بالشكر الجزيل إلى السادة رئيس لجنة المناقشة وأعضائهم لتفضلهم بقبول مناقشة هذه الرسالة متمنياً أن تنال استحسانهم ورضاهم.

وأخيراً أتوجه بالشكر الخاص لجميع افراد عائلتي واطفالي العزيزة ووالدي الحبيب اللذين لم ينفكا من دعائهم لي وزوجي العزيز الذي كان السند والمعين طوال مدة الدراسة.

وختاماً أتقدم بالشكر والتقدير الى كل الذين أبدوا المساعدة والعون واعتذر لمن فاتني ذكره بالشكر، اسأل الله ان لا يضيع لهم اجراً.

والله ولي التوفيق

رباب

المحتويات

الصفحة	الموضوع
أ	الآية
ب	الاهداء
ج	شكر وتقدير
و-ز	قائمة المحتويات
ح-ط	قائمة الجداول
ك-س	قائمة الأشكال
س	قائمة الرموز
ع	المستخلص
2-8	الفصل الأول : منهجية الرسالة
2	1-1 المقدمة
3	1-2 مشكلة الرسالة
3	1-3 اهداف الرسالة
3-8	1-4 الاستعراض المرجعي
9-40	الفصل الثاني : الجانب النظري
9	1-2 تمهيد
9-12	2-2 نماذج المعادلات الأنية: (Simultaneous Equations Models)
12	3-2 النماذج المختزلة Reduced Models
13-14	4-2 مشكلة التشخيص ((Identification Problem))
14-16	5-2 شروط التشخيص
16	6-2 طرائق تقدير معلمات منظومة المعادلات الأنية:
17	1-6-2 الطرائق الخطية لتقدير منظومة المعادلات الأنية:
17-19	1-1-6-2 طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين
20-24	2-1-6-2 طريقة المربعات الصغرى ذات المراحل الثلاث
24-25	2-6-2 نماذج المعادلات الانية اللاخطية
25-26	1-2-6-2 طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين اللاخطية
26-27	2-2-6-2 طريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل اللاخطية
27-34	3-2-6-2 تقدير بيز ذو المرحلتين (Two stage Bayesian estimation)
35-40	4-2-6-2 تقدير بيز ذو الثلاث مراحل
42-76	الفصل الثالث : الجانب التجريبي

24	تمهيد	1-3
42-43	مفهوم المحاكاة	2-3
43-47	وصف تجارب المحاكاة	3-3
47	معايير المقارنة: (Comparing Criteria)	4-3
48	معيار معلومات اكاكي: (Akaik's Information Criteria)	1-4-3
48-49	معيار إنتروبيا: (Entropy Criteria)	-2-4-3
49-76	نتائج المحاكاة	5-3
77-94	الفصل الرابع الجانب التطبيقي	
77	تمهيد	1-4
81-87	التحليل الوصفي للمتغيرات الاقتصادية في العراق: (Simulation Concept)	2-4
87-94	التحليل الاحصائي لبعض المتغيرات الاقتصادية في العراق	3-4
95-97	الفصل الخامس : الاستنتاجات والتوصيات	
95-96	الاستنتاجات	1-4
96-97	التوصيات	2-4
98-104	المصادر والمراجع	
89	المراجع	
98-101	المصادر العربية	
105-107	المصادر الأجنبية	
102-103	الملاحق	
102-103	جداول البيانات الحقيقية	A
117 -118	Abstract	

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
16	الاختبارات ونوع التشخيص	(1-2)
49-51	المعدل والانحراف المعياري لمعيار معلومات اكاكي AIC ، والانتروبيا H(e) لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 0.1$ للانموذج الأول	(1-3)
53-54	المعدل والانحراف المعياري لمعيار معلومات اكاكي AIC ، والانتروبيا H(e) لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 0.8$ للانموذج الثاني	(2-3)
55-57	المعدل والانحراف المعياري لمعيار معلومات اكاكي AIC ، والانتروبيا H(e) لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 2.5$ للانموذج الثالث	(3-3)
59-60	المعدل والانحراف المعياري لمعيار معلومات اكاكي AIC ، والانتروبيا H(e) لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 8$ للانموذج الرابع	(4-3)
62-63	المعدل والانحراف المعياري لمعيار معلومات اكاكي AIC ، والانتروبيا H(e) لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 0.1$ للانموذج الخامس	(5-3)
56-66	المعدل والانحراف المعياري لمعيار معلومات اكاكي AIC ، والانتروبيا H(e) لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 0.8$ للانموذج السادس	(6-3)
68-70	المعدل والانحراف المعياري لمعيار معلومات اكاكي AIC ، والانتروبيا H(e) لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 2.5$ للانموذج السابع	(7-3)
72-73	المعدل والانحراف المعياري لمعيار معلومات اكاكي AIC ، والانتروبيا H(e) لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 8$ للانموذج الثامن	(8-3)
75	من جميع تجارب المحاكاة يمكن ان نستخرج افضلية طرائق التقدير	(9-3)
88-89	نتائج اختبار جيكي-فولر للسلاسل الزمنية محل الدراسة	(1-4)
89	نتائج اختبار شرط الدرجة لتشخيص المعادلات الآتية	(2-4)
90	جدول معاملات المعادلات الهيكلية	(3-4)
90-91	نتائج تحليل انموذج بيز ذو الثلاث مراحل للمعادلة الأولى	(4-4)
93	نتائج تحليل انموذج بيز ذو الثلاث مراحل للمعادلة الثانية	(5-4)
93-94	نتائج تحليل انموذج بيز ذو الثلاث مراحل للمعادلة الرابعة	(6-4)

94	نتائج تحليل انموذج بيز ذو الثلاث مراحل للمعادلة الرابعة	(7-4)
94	نتائج للمعادلات التقديرية بموجب طرائق التقدير الثلاث	(8-4)

قائمة الاشكال

رقم الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
52	المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 0.1$ للانموذج الأول ($m=10, k=20, n=100$)	(3-1)
52	المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 0.1$ للانموذج الأول ($m=10, k=20, n=1000$)	(3-2)
52	المعدل والانحراف المعياري للمسافة الاقليديه لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 0.1$ للانموذج الأول ($m=10, k=20, n=100$)	(3-3)
52	المعدل والانحراف المعياري للمسافة الاقليديه لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 0.1$ للانموذج الأول ($m=10, k=20, n=1000$)	(3-4)
55	المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 0.8$ للانموذج الثاني ($m=10, k=20, n=100$)	(3-5)
55	المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 0.8$ للانموذج الثاني ($m=10, k=20, n=1000$)	(3-6)
55	المعدل والانحراف المعياري للمسافة الاقليديه لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 0.8$ للانموذج الثاني ($m=10, k=20, n=100$)	(3-7)
55	المعدل والانحراف المعياري للمسافة الاقليديه لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 0.8$ للانموذج الثاني ($m=10, k=20, n=1000$)	(3-8)
57	المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 2.5$ للانموذج الثالث ($m=10, k=20, n=100$)	(3-9)
57	المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 2.5$ للانموذج الثالث ($m=10, k=20, n=1000$)	(3-10)

57	المعدل والانحراف المعياري للمسافة الاقليدية لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 2.5$ للانموذج الثالث (m=10, k=20, n=100)	(3-11)
57	المعدل والانحراف المعياري للمسافة الاقليدية لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 2.5$ للانموذج الثالث (m=10, k=20, n=1000)	(3-12)
58	المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 8$ للانموذج الرابع (m=10, k=20, n=100)	(3-13)
58	المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 8$ للانموذج الرابع (m=10, k=20, n=1000)	(3-14)
58	المعدل والانحراف المعياري للمسافة الاقليدية لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 8$ للانموذج الرابع (m=10, k=20, n=100)	(3-15)
58	المعدل والانحراف المعياري للمسافة الاقليدية لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 8$ للانموذج الرابع (m=10, k=20, n=1000)	(3-16)
61	المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 0.1$ للانموذج الخامس (m=10, k=30, n=100)	(3-17)
61	المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 0.1$ للانموذج الخامس (m=10, k=30, n=1000)	(3-18)
61	المعدل والانحراف المعياري للمسافة الاقليدية لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 0.1$ للانموذج الخامس (m=10, k=30, n=100)	(3-19)
61	المعدل والانحراف المعياري للمسافة الاقليدية لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 0.1$ للانموذج الخامس (m=10, k=30, n=1000)	(3-20)
64	المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 0.8$ للانموذج السادس (m=10, k=30, n=100)	(3-21)

64	المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 0.8$ للانموذج السادس ($m=10, k=30, n=1000$)	(3-22)
64	المعدل والانحراف المعياري للمسافة الاقليدية لمعيار اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 0.8$ للانموذج السادس ($m=10, k=30, n=100$)	(3-23)
64	المعدل والانحراف المعياري للمسافة الاقليدية لمعيار اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 0.8$ للانموذج السادس ($m=10, k=30, n=1000$)	(3-24)
71	المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 2.5$ للانموذج السابع ($m=10, k=30, n=100$)	(3-25)
71	المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 2.5$ للانموذج السابع ($m=10, k=30, n=1000$)	(3-26)
71	المعدل والانحراف المعياري للمسافة الاقليدية لمعيار اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 2, 5$ للانموذج السابع ($m=10, k=30, n=100$)	(3-27)
71	المعدل والانحراف المعياري للمسافة الاقليدية لمعيار اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 2.5$ للانموذج السابع ($m=10, k=30, n=1000$)	(3-28)
74	المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 8$ للانموذج الثامن ($m=10, k=30, n=100$)	(3-29)
74	المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 8$ للانموذج الثامن ($m=10, k=30, n=1000$)	(3-30)
75	المعدل والانحراف المعياري للمسافة الاقليدية لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 8$ للانموذج الثامن ($m=10, k=30, n=100$)	(3-31)
75	المعدل والانحراف المعياري للمسافة الاقليدية لمعيار اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 8$ للانموذج الثامن ($m=10, k=30, n=1000$)	(3-32)

78	شكل (4-1) تطور الناتج المحلي الاجمالي في العراق للمدة (1990-2021)	(4-1)
79	شكل (4-2) اجمالي كميات النفط المنتجة في العراق للمدة (1990-2021)	(4-2)
80	شكل (4-3) الاستثمار T في العراق للمدة (1990-2021)	(4-3)
81	شكل (4-4) معدلات التضخم في العراق للمدة (1990-2021)	(4-4)
82	شكل (4-5) سعر الفائدة في العراق للمدة (1990-2021)	(4-5)
83	شكل (4-6) الدخل في العراق للمدة (1990-2021)	(4-6)
84	شكل (4-7) النفقات في العراق للمدة (1990-2021)	(4-7)
85	شكل (4-8) الايرادات في العراق للمدة (1990-2021)	(4-8)
90	شكل (4-9) عرض النقد في العراق للمدة (1990-2021)	(4-9)

قائمة الرموز	
الرمز	المعنى
Y	المتغير المعتمد
SEM	الانموذج الرياضي للمعادلات الانية
$G\Delta$	المتغيرات الداخلة
k^{**}	المتغيرات الخارجة
π	معاملات الشكل المختزل
Γ^{**}	مصفوفة المعاملات الهيكلية للمتغيرات الخارجة
2SLS	طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين
x_t	مصفوفة $T \times k$ لمشاهدات المتغيرات الخارجية والمتغيرات الداخلية
3SLS	طريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل
GLS	طريقة المربعات الصغرى العامة
$R.F$	الصيغة المختزلة
TSjj	مصفوفة العزوم للاخطاء الهيكلية
NL2SLS	طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين اللاخطية
NL3SLS	طريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل اللاخطية
E	توقع التوزيع اللاحق من البيانات المشاهدة
v_i	متجه الاخطاء
Γ	دالة كاما
AIC	معيار معلومات اكاكي
$D_{\delta\delta}$	معيار المسافة الاقليدية
$H(e)$	معيار الانتروبيا
μ'	متجه متوسطات
Σ_{kxk}	تباين - تباين ومصفوفة مشترك
p_{ij}	متوسط مربعات الخطأ
GDP	الناتج المحلي الاجمالي
Q_{oil}	اجمالي كميات النفط المنتجة
I	الاستثمار
Inf	معدل التضخم
R	سعر الفائدة
G	النفقات

المستخلص

يعد النمو الاقتصادي منذ القدم هدفاً وهاجساً تسعى جميع الدول للعمل على تحقيقه والبحث عن الوسائط والعوامل التي من شأنها رفع معدل النمو الاقتصادي، نظراً لكونه مقياساً يعبر عن مدى الزيادة المؤكدة في إنتاج البلد من السلع والخدمات المختلفة عبر الزمن، وكما يعد من أهم المؤشرات الكلية الدالة على مدى النشاط الاقتصادي للدولة، والذي ينعكس على مستوى دخل الفرد ورفاهيته، ولذلك فإن تحقق معدلات النمو الاقتصادي مرتفعة وقابلة للاستمرار يمثل هدفاً مركزياً وأساسياً في خطط التنمية الاقتصادية لمختلف الدول وبشكل خاص الدول النامية ويعتمد في تحليل ودراسة المؤشرات الاقتصادية لدولة ما على بيانات الإنتاج والدخل والاستهلاك والاستثمار وغيرها من المؤشرات الأخرى الأكثر شيوعاً لقياس حجم النشاط الاقتصادي إذ يتم بناء النموذج الهيكلي بمعادلات انية بعد تحديد المتغيرات الداخلية والخارجية ومن ثم تقدير النموذج بطرائق مختلفة .

وفي هذه الدراسة تم تسليط الضوء على البعض من طرائق التقدير للمعاملات الهيكلية لمنظومة المعادلات الانية وهي كل من طريقة المربعات الصغرى الخطية والغير خطية ذات المرحلتين وطريقة من طريقة المربعات الصغرى الخطية وغير الخطية ذات الثلاث مراحل وطريقة بيز الخطية ذات المرحلتين وطريقة بيز الخطية والغير خطية ذات الثلاث مراحل إذ تم اشتقاق الطرائق المستعملة بغية التوصل الى مقدراتها وفي الجانب التجريبي تم الاعتماد على المعايير الاحصائية (معيان معلومات اكاكي AIC ، والانتروبيا H(e)) لطرائق تقدير منظومة المعادلات الانية بافتراض قيم مختلفة للمعاملات وحجوم عينات صغيرة ومتوسطة وكبيرة وتم التوصل الى افضلية طريقة بيز ذات الثلاث مراحل في تقدير المعادلات الانية اذ حققت اعلى نسبة افضلية بلغت (52%) بالمقارنة مع طرائق التقدير الأخرى قيد الدراسة اما في الجانب التطبيقي والتي تم تطبيقها على بيانات حقيقية تخص التحليل الوصفي للمتغيرات الاقتصادية في العراق (الناتج المحلي الاجمالي - اجمالي كميات النفط- الاستثمار-معدل التضخم -سعر الفائدة الدخل-النفقات - الايرادات- عرض النقد) للفترة (1990-2021) واستناداً على طبيعة البيانات وخصائص المقدرات تم استعمال معيار التحقق من استقرارية بيانات السلاسل الزمنية عن طريق فحص خواص كل متغير من المتغيرات الاقتصادية وفقاً لاختبار جذر الوحدة ديكي - فولر (DAF) وذلك لغرض دراسة المتغيرات ذات الاثر المباشر (الإنتاج والصادرات والاستيراد والمخزون... الخ) لبيانات تأثير هذه المتغيرات على الاقتصاد العراقي وتوصلت الدراسة توجد علاقة مباشرة بين الناتج المحلي الاجمالي والنفقات ، ومن ثم فإن الزيادات في الناتج المحلي الإجمالي تؤدي إلى زيادة النفقات .

الفصل الأول

منهجية الرسالة والاستعراض

المرجعي

1-1 المقدمة (Introduction) :

كان التقدير مقتصرًا على النماذج المكونة من معادلة واحدة فيها متغير تابع واحد وكذلك متغير مستقل واحد أو أكثر، وفي تلك النماذج تتجه علاقة السبب والتأثير من X إلى Y . ولكن في كثير من الحالات فإن علاقة السبب والتأثير باتجاه واحد ليست ذات معنى وهذا ما يحدث عندما تتحدد قيمة Y بواسطة قيمة X فيمكن أن تتحدد قيمة X بواسطة قيمة Y أي أن هناك علاقة ذات اتجاهين أو علاقة آنية بين المتغير المستقل والمتغير التابع. أي يتكون النموذج من عدد من المتغيرات التي تتحدد آنيا ببقية المتغيرات. وبصيغة أخرى تحتوي تلك النماذج على أكثر من معادلة واحدة، بل أن هناك معادلة واحدة لكل متغير تابع أو متغير داخلي. وفي هذا النوع من النماذج لا يتم تقدير معاملات معادلة واحدة دون الأخذ بنظر الاعتبار بقية المعادلات الموجودة في النظام.

أن من أهم النماذج في التطبيقات الاقتصادية هي نماذج المعادلات الآنية وبهدف تقديرها نجد عجز في تطبيق طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية لأن المتغيرات المستقلة قد تتضمن متغيرات تابعة أو قد يوجد ترابط بين المتغيرات والخطأ العشوائي مما يجعل مقدرات المربعات الصغرى الاعتيادية متحيزة، لذلك يتم استعمال طرائق تقدير بديلة كطريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين (Two Stage Least Square) والتي يرمز لها بالومز (2SLS) وطريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل (Three Stage Least Square) (3SLS) والطرائق البيزية المتعددة المراحل.

لذا كانت هيكلية الرسالة متضمنة خمسة فصول:

الفصل الأول منهجية الرسالة ضم المقدمة، مشكلة الرسالة، هدف الرسالة والاستعراض المرجعي لأهم البحوث وبعض الدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع الرسالة.

الفصل الثاني تضمن الجانب النظري الذي تطرق لمفهوم منظومة المعادلات الآنية والمبادئ الأساسية المرتبطة بها وكذلك عرضاً لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية.

الفصل الثالث شمل الجانب التجريبي، إذ تضمن تجربة محاكاة باستعمال محاكاة مونت-كارلو لاختبار طرائق التقدير المستعملة في الرسالة.

الفصل الرابع تضمن الجانب التطبيقي، إذ استعملت بيانات حقيقية تمثل العوامل المؤثرة في أسعار النفط.

الفصل الخامس شمل أهم الاستنتاجات والتوصيات التي تمخضت عنها الرسالة وتم التوصل إليها في الجانبين التجريبي والتطبيقي.

1-2 مشكلة الرسالة: (Problem of theses) :

ان استعمال منظومة المعادلات الآنية لتفسير الظواهر المعقدة أفضل من المعادلة الواحدة لتكون النتائج اقرب الى الواقع وتمثل الظاهرة المدروسة افضل تمثيل وذلك لان المتغيرات المستقلة تؤثر بالمتغيرات المعتمدة وتتأثر بها في حالة منظومة المعادلات اي الاعتماد المتبادل بين المتغيرات الداخلة في الانموذج اي ان هناك على الاقل عدد من المتغيرات تتحدد انياً تؤثر وتتأثر ببعضها البعض. لذلك فان النماذج الأحادية لا تمثل الظواهر كما ينبغي ولا بد من استعمال منظومة من المعادلات الآنية لتمثيل تلك العلاقات وتكمن مشكلة الرسالة في أن هنالك علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين متغيرات الدراسة وهي كمية اجمالي انتاج النفط السنوي، نسبة الاستثمار الأجنبي المباشر، سعر الفائدة، متوسط نصيب الفرد، النفقات الفعلية، الإيرادات الفعلية، الاستثمار، الناتج المحلي الاجمالي .

1-3 هدف الرسالة: (Aim of theses) :

تهدف الرسالة الى الحصول على افضل طريقة لتقدير منظومة المعادلات الآنية باستعمال النماذج الخطية وهي طريقة المربعات الصغرى الخطية وغير الخطية ذات المرحلتين وطريقة المربعات الصغرى الخطية وغير خطية ذات الثلاث مراحل وطريقة بيز الخطية وغير خطية ذات المرحلتين وطريقة بيز الخطية وغير الخطية ذات الثلاث مراحل والمقارنة بين الطرائق عن طريق تجارب محاكاة مونت-كارلو للتوصل الى افضل طريقة لتقدير منظومة المعادلات الآنية، وكذلك تطبيق الطريقة الأفضل على بيانات حقيقية للمتغيرات المؤثرة في اسعار النفط في العراق.

1-4 الاستعراض المرجعي (Literature Review) :

تعود بداية البحث في طرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية الى عام (1941) عندما قام العالم (O. Reiesol) باقتراح طريقة المتغيرات المساعدة (Instrumental Variables) في الحصول على مقدرات متسقة للمعالم الهيكلية في حالة كون المعادلة مشخصة تماماً. وتلت دراسته العديد من البحوث والدراسات التي تناولت موضوع تقدير منظومة المعادلات الآنية ندرج بعضاً من تلك الدراسات والبحوث وكما هي في تسلسلها الزمني وكالاتي:

❖ في عام (2006) طبق (هاشم فرعون) الانموذج الكينزي عن طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين (2SLS) على العوامل المؤثرة على الدخل القومي مثل الاستهلاك والاستثمار والإنفاق الحكومي والدخل القومي للسنة السابقة فضلا عن الطرائب غير المباشرة وتوصل الى

ان طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلة اعطت تقديرات دقيقة لمساهمة الدخل القومي والانفاق الاستهلاكي. (5)

❖ في عام (2007) قام (مزاحم) ببناء منظومة معادلات آنية تتكون من معادلتين الاستثمار الزراعي والنتاج المحلي الزراعي في العراق للفترة من 1980 ولغاية 2000 عن طريق توصيف المعادلتين الأنييتين وذلك من اجل دراسة علاقتهما بالمتغيرات ذات التأثير المباشر وغير المباشر وتم استعمال طريقة الامكان الاعظم ذات المعلومات الكاملة (Full Information Maximum Likelihood) في تقدير المعادلتين الأنييتين وتوصل الى وجود علاقة طردية بين الاستثمار الزراعي والنتاج المحلي الزراعي. (8)

❖ في عام (2009) استعمل (مزاحم و يحيى) طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين (Two stage least square method) وطريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل (Three stage least square method) في تقدير منظومة المعادلات الآنية للأسعار العالمية للحبوب للمدة (1961-2002) وذلك بدراسة الانموذج بمرحلتين ، الاولى تقدير المتغيرات ذات الاثر المباشر على الاسعار العالمية للحبوب والثانية اعادة تقدير المنظومة نفسها بعد اضافة متغيرات الازمات الدولية . وتوصل الباحثان الى ان طريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل افضل من طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين. (9)

❖ في العام نفسه (2009) استعمل (مزاحم ومحمود) طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين (2SLS) تقدير منظومة المعادلات الآنية كونها من أهم طرائق تقدير المعادلة المنفردة لمنظومة المعادلات الآنية فضلاً عن استعمال طريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل (3SLS) بوصفها من طرائق التقدير ذات المعلومات الكاملة لبيان ما إذا كانت الأسعار تتحدد بناء على توافقات المصدرين الرئيسيين للحبوب أم أنها تخضع لقوى السوق والعوامل المؤثرة فيها فضلاً عن أثر اسهم متغيرات الأزمات الدولية في ارتفاع الأسعار. توصلت الدراسة إلى أن العلاقة التي تحكم الأسعار العالمية للحبوب تخضع لقوى السوق والعوامل المؤثرة فيها. وان طرائق التقدير اعطت تقديرات دقيقة للاسعار العالمية . (10)

❖ في عام (2012) اقترح (Bhuyan et all.) طريقة بيزية لتحليل انموذج المعادلات الآنية وقارنها مع طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين (2SLS) في حالة كون المتغير الداخلي متضخم صفرياً (Zero Inflated endogenous variable) باستعمال معاينة Gibbs وتوصلوا بان الطريقة المقترحة افضل من طريقة المبيعات الصغرى ذات المرحلتين باستعمال

تجارب محاكاة . وتم تطبيق الطريقة المقترحة على مجموعة بيانات تمثل عدد الزيارات للمستشفى كمتغير داخلي والحالة الصحية والمعاشية للفرد (23).

❖ في عام (2014) استعمل (Yanuar) طريقة بيز (Bayesian estimation) في تقدير معلمات منظومة المعادلات الآنية باستعمال معاينة Gibbs وقارنها مع طريقة الامكان الاعظم وتوصل الى ان طريقة بيز افضل من طريقة الامكان الاعظم في تقدير معلمات منظومة المعادلات الآنية. (36).

❖ في نفس العام (2014) اقترح (Liu et ail.) طريقة بيز ذات المرحلتين بتوزيعات مسبقة هرمية حساسة لتقدير منظومة المعادلات الآنية لتقدير الدقة وانتشار المرض لاثنين من اختبارات الفحص ثنائي التفرع المعتمدين عندما لا يتم التحقق من حالة المفردات السلبية في كلا الاختبارين. اذ تم التعامل مع مشكلة عدم التشخيص هذه باستعمال معلومات هرمية عن طريق توزيعات مسبقة هرمية حساسة عن طريق نمذجة بيز ذات المرحلتين عن طريق إجراء المحاكاة في إطار سيناريوهات مختلفة لتقييم أداء الطريقة المقترحة. اذ توصلوا الى ان الطريقة المقترحة اكثر دقة وتم تطبيق الطريقة لبيانات حقيقية لتوضيح التأثير والفائدة المحتملة للطريقة المقترحة. (19)

❖ في عام (2011) استعمل (Li) طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين للإستدلال عن دراسات الفحص التي يتم فيها استعمال اختبارين ثنائيي للفحص مع حالة المرض الثنائي التي تم التحقق منها فقط لأولئك الأشخاص الذين لديهم نتيجة اختبار إيجابية واحدة على الأقل في ظل عدم قابلية التعرف لأن معدل المرض لا يمكن تحديده للأشخاص الذين لديهم نتائج سلبية من كلا الاختبارين دون افتراضات إضافية على مجموعة من نماذج الارتباط المتجانسة. تم التوصل الى ان الطريقة ملائمة لكل النماذج الغير متجانسة وتعطي تقديرات دقيقة (19)

في عام (2020) استعمل (حامد واشرف) طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين ونموذج بيز التجريبي في التنبؤ بهامش الملاءة المالية لشركات تأمين الممتلكات أساليب كمية للحكم على الملاءة المالية لشركات التأمين ، والتي تعتمد على طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين وكذلك منهج بيز التجريبي والمقارنة بينهما لمعرفة الانموذج الافضل في الحكم على اعلاه المالية لشركات التأمين العاملة في مجال تأمينات الممتلكات وتتميز هذه الأساليب بالدقة والموضوعية ، وذلك للتنبؤ بنسبة صافي الاقساط المكتتبة علي حقوق المساهمين ، وتوصلت الدراسة الي تحديد قوة ومتانة الملاءة المالية للشركات محل الدراسة من خلال قياس هامش

اعلاه المالية لها ، وأن نموذج ببيز التجريبي أفضل من طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين ، كما توجد طاقة استيعابية كبيرة غير مستغلة في سوق التأمين المصري عن طريق التقدير البيزي التجريبي لعام 2019 لشركات التأمين الربع محل الدراسة. (1)

❖ في العام نفسه (2019) اقترح (Pan) طريقة جديدة لتقدير انموذج المعادلات الانية وهي k-d type Liu estimate تقدير في حالة وجود تعدد خطي بين المتغيرات وقرارنها مع طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين (2SLS)، وطريقة انحدار الحرف ذات المرحلتين (two-stage ridge estimate, وطريقة ليو ذات المرحلتين (two-stage Liu estimate) وتوصل باستعمال تجارب محاكاة ان الطريقة المقترحة اعطت اداء افضل من باقي طرائق التقدير التي تمت المقارنة معها (30)

❖ في عام (2020) استعمل (Asparouhov & Muthén) طريقة ببيز وطريقة الامكان الاعظم في تقدير معلمات منظومة المعادلات الانية المفردة والمتعددة في ظل وجود متغيرات كامنة ذات تأثير متبادل . وتوصلا الى ان المنهج البيزي افضل من طريقة الامكان الاعظم في التقدير: (36) .

❖ في عام (2022) قدرت (فلة وايمان) منظومة المعادلات الانية لانموذج (Tobit) معلمات المتغيرات المحددة في المنظومة وايجاد مصفوفة التباين والتباين المشترك لهذه المقدرات المستخرجة بطريقة (Nelson-Olson) ومن ثم ايجاد مقدرات بديلة لها تحمل صفات المقدر الجيد بطريقة (Two-stage limited dependent variables (2SLDV)) مع ايجاد مصفوفة التباين والتباين المشترك للمقدرات الجديدة واخيراً ايجاد كفاءة التقدير لطريقة (Nelson-Olson) بالنسبة الى طريقة 2SLDV. وتوصلت الدراسة بموجب مقاييس المفاضلة (MSE, RMSE, MAE) الى تقدير معلمات منظومة المعادلات الانية فأظهرت نتائج طريقة (Nelson-Olson) انها أفضل من طريقة ذات المرحلتين للمتغيرات المعتمدة المحددة (2) (SLDV) على الرغم من التذبذب الحاصل في نتائج المقاييس وعند تغيير حجم العينة وللقيم المختلفة للمعلمات وبالرغم من ان كفاءة معلمات طريقة (Nelson-Olson) اقل من كفاءة معلمات طريق 2SLDV باستثناء حجم العينة (n=250) الذي اظهر عكس ذلك وهذا ناتج عن طبيعة البيانات المستعملة (6).

❖ في نفس العام (2021) استعملت (سارة) انموذج المعادلات الانية والذي يأخذ بالاعتبار العلاقة السببية بين المتغيرات محل الدراسة (الناتج المحلي الإجمالي، الدخل القومي، الضرائب الغير

مباشرة، الاستثمار، الانفاق الاستهلاكي الحكومي، الانفاق الاستهلاكي الخاص) واختيار طرائق التقدير الملائمة بعد اجراء عملية التشخيص للا نموذج ومن ثم المفاضلة بين طريقتي (2SLS 3SLS)، وتوصلت الى ان نمذجة الاقتصاد اليمني في صورة أنموذج معادلات أنية أثبتت فعاليته عن طريق العديد من المؤشرات الاقتصادية والاحصائية. معنوية العلاقة الاقتصادية بين الناتج المحلي الإجمالي والاستثمار والانفاق الاستهلاكي الحكومي. عدم معنوية العلاقة بين الناتج المحلي الإجمالي والإنفاق الاستهلاكي الخاص وهذا ما يؤكد عدم فعالية المشاريع الخاصة في دعم الناتج المحلي الإجمالي. افضلية طريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل في تقدير معلمات الانموذج المقترح للاقتصاد اليمني. أوضحت الدراسة القياسية جودة استعمال نماذج المعادلات الأنية في التحليل القياسي والاقتصادي(3).

❖ **في العام نفسه (2021) ركز (Ernández-Sanjaime et all.)** على منظومة المعادلات الأنية التي تكون فيها البيانات غير متجانسة وتميل إلى تشكيل هياكل التجميع في مجموعة المتغيرات الداخلية (Endogenous variables) عندما تكون هيكلية البيانات غير محددة وواضحة بشكل جيد ، تم تقدير معاملات منظومة المعادلات الأنية غير المتجانسة باستعمال خوارزمية تعلم Bayes المتغيرة من أجل تحديد المجموعة التي تناسب البيانات بشكل مناسب. وتم تقييم أداء الخوارزمية المقترحة باستعمال تجارب محاكاة مونت - كارلو ، وتم تطبيق الطريقة على بيانات الاقتصاد الكلي. وتم التوصل الى ان خوارزمية بيز للتعلم تعطي نتائج تقديرات دقيقة لمجموعة المتغيرات،(33) . [14]

❖ **في عام (2022) قدر (مليكة ومحمد)** انموذج الطلب الكلي في الجزائر باستعمال نظام المعادلات الأنية باستعمال ثلاثة طرائق للتقدير وهي طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين وطريقة المربعات لصغرى ذات الثلاث مراحل وطريقة الامكان الأعظم ذات المعلومات الكاملة للفترة (1980-2019) . وقد توصلت نتائج التقدير الى ان المعادلات المقدره بطريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل أفضل من باقي الطرائق عن طريق الحصول على تقديرات تتفق مع النظرية الاقتصادية ومع الواقع(7).

❖ **في العام نفسه (2023) استعمل (Linden et all.)** طريقة بيز في تقدير معلمات نظام المعادلات الانية الحياتي باستعمال محاكاة MCMC باستعمال برنامج MatLab وتوصلوا الى ان النهج البيزي اعطى صورة واضحة عن التغييرات الحياتية في منظومة المعادلات الأنية الحياتية.(28)

❖ استكمالاً لما تقدم من دراسات وابحاث سابقة لوحظ عدم وجود دراسة تستعمل جميع الطرائق الخطية واللاخطية والبيزية في آن واحد لذا جاءت هذه الرسالة للجمع بين هذه الطرائق ومكملة للجهود المبذولة للدراسات السابقة .

الفصل الثاني

الجانب النظري

1-2 تمهيد (Introduction) :

تتميز البيئة الاقتصادية بتعقدها وتشابكها، و أن اول ما يمكن أن نتصور واقعا اقتصاديا فيه متغيرات اقتصادية تنعدم فيها العلاقات المتبادلة التأثير، وذلك لوجود لأنموذج اقتصادي احادي الاتجاه في الواقع، ولكن لابد من الاخذ بنظر الاعتبار امكانية حدوث علاقات عكسية بين المتغيرات داخل الانموذج ، اذ في كل مرة يكون المتغير مؤثر في معادلة ومتأثرا في معادلة اخرى في الانموذج نفسه وهذا ما نلاحظه في النماذج الاقتصادية . المعادلات الآنية (Simultaneous Equations) هي مجموعة من النماذج تطبق على علاقات آنية، أي أكثر من علاقة في آن واحد . وتتمثل معظم العلاقات بين المتغيرات بعلاقة سببية أما أن يكون المتغير التابع سببا في المتغير التوضيحي أو العكس وهذا ما يجعل بناءاً نموذج أحادي لا يكفي لتمثيل تلك العلاقة بل لابد أن تمثل بعدد من المعادلات الآنية هذا ما يسمى بمنظومة المعادلات الآنية مما يجعل الفرض المتعلق باستقلالية المتغير العشوائي عن المتغيرات التوضيحية غير صحيح.

تضمن هذا الفصل عرضاً للمفاهيم الاساسية لمنظومة المعادلات الآنية وانواعها ومشكلة التشخيص في منظومة المعادلات الآنية فضلا عن استعراض طرائق التقدير لمعلمات منظومة المعادلات الآنية.

2-2- نماذج المعادلات الآنية: (Simultaneous Equations Models)

كان التقدير مقتصر على النماذج الاقتصادية المكونة من معادلة واحدة تحوي متغيرا تابعا واحدا، وقد تحوي العديد من المتغيرات التوضيحية. في تلك النماذج يكون التركيز على واحد او اكثر المتغيرات مفسرة ومتغير تابع واحد وتستعمل للتنبؤ بقيمة Y والذي هو المتغير التابع بناء على متغير محدد من قيم المتغيرات التوضيحية X اذ ان علاقة السبب والتأثير في تلك النماذج تنج من X الى Y . ولكن في العديد من الحالات تكون علاقة السبب والتأثير باتجاه واحد لامعنى لها وهذا يحدث عندما تتحدد قيمة Y بواسطة قيم X واحيانا تتحدد قيم X بواسطة قيم Y أي ان هناك علاقة ذات اتجاهين او علاقة آنية بين المتغير التابع والمتغير التوضيحي. أي يتكون الانموذج من عدد من المتغيرات التي تتحدد آنيا بالمتغيرات المتبقية. أي انه في تلك النماذج هناك اكثر من معادلة واحدة، هناك معادلة واحدة لكل متغير تابع او متغير داخلي (Exogenous Variable) ، ومختلفة عن المعادلة الوحيدة في نماذج المعادلات الآنية لا يقوم الفرد بتقدير معلمات المعادلة الوحيدة بدون اخذ في الاعتبار المعادلات الأخرى الموجودة في النظام. ماذا يحدث إذا تم تقدير المعادلة الوحيدة بطريقة المربعات الصغرى الاعتيادية على سبيل المثال بدون اعتبار للمعادلات الأخرى في النظام (37).

من المعروف ان أحد الفروض الاساسية لطريقة المربعات الصغرى الاعتيادية ان المتغير المفسر غير عشوائي وإذا كان عشوائياً يجب ان يتوزع مستقلاً عن الخطأ العشوائي. اذا لم تكن احدي

الحالتين موجودة، فأن مقدرات المربعات الصغرى ستكون متحيزة وغير متنسقة، أي انها اذا ارتفع حجم العينة فأن المقدرات لا تتحول الى القيمة الحقيقية للمجتمع.
اذا كان لدينا النظام الفرضي المؤلف من المعادلتين الآتيتين:

$$Y_{1i} = \beta_{10} + \beta_{12}Y_{2i} + \gamma_{11}X_{1i} + u_{1i} \quad \dots (1-2)$$

$$Y_{2i} = \beta_{20} + \beta_{21}Y_{1i} + \gamma_{21}X_{1i} + u_{2i} \quad \dots (2-2)$$

اذ تمثل Y_1 و Y_2 معتمدتان على بعضهما وهي متغيرات داخلية تتحدد من الانموذج و X متغير خارجي وتمثل u_1 و u_2 الاخطاء العشوائية. بناء على ذلك فانه اذا لم يتم اثبات ان المتغير المفسر Y_2 في المعادلة 1 مستقل عن الخطأ العشوائي والمتغير المفسر Y_1 في المعادلة 2 مستقل عن u_2 فأن تطبيق المربعات الصغرى الاعتيادية سيؤدي الى مقدرات غير متنسقة(22).

في مجال الاقتصاد يوجد نماذج تتألف من عدة معادلات يجمع بينها تأثير مشترك بواسطة المتغيرات المتضمنة في الانموذج. معظم التطبيقات الاقتصادية تكون من العديد من المعادلات التي تنتمي إلي نظام متداخل ويجري تحليل النظام. من أهم النماذج في الاقتصاد نموذج العرض والطلب اذ يتم تداخل تحديد السعر والكمية بين الانموذجين. فمثلا لدراسة الطلب على سلعة يجب دراسة العرض لتداخل الانموذجين معاً. في المعادلات الآنية لا يمكن تطبيق طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية (ordinary least square) لان المتغيرات التوضيحية قد تتضمن متغيرات تابعة ويوجد ترابط بين المتغيرات والخطأ العشوائي مما يعطينا مقدرات متحيزة. لذلك يتم استعمال مقدرات اخرى بدل مقدرات المربعات الصغرى الاعتيادية.

لذلك يمكن تعريف منظومة المعادلات الآنية بانها مجموعة من المعادلات التي تمثل العلاقات بين متغيرات الاستجابة والمتغيرات التوضيحية، بان ان المتغيرات تؤثر وتتأثر ببعضها البعض في آن واحد (5).

ان الانموذج العام لمنظومة المعادلات الآنية يكتب كالآتي:

لنفرض انه لدينا انموذج خطي مكون من m معادلة هيكلية وكل منها يتكون من m من المتغيرات الداخلية (المترابطة) (Endogenous) والتي تعتمد على k من المتغيرات الخارجية (التوضيحية) (Exogenous) لكل منها حجم n . ولنفرض ان كل متغير داخلي يمكن ان يعبر عنه كتركيبية خطية بالمتغيرات الداخلية الأخرى والمتغيرات الخارجية بتشويش ابيض (White Noise) والذي يمثل التداخل العشوائي بين المتغيرات، فيمكن كتابة الانموذج الرياضي لمنظومة المعادلات الآنية (Simultaneous Equations Models (SEM)) بالشكل الآتي(6)

$$\begin{pmatrix} \beta_{1,1}Y_{1t} + \beta_{1,2}Y_{2t} + \dots & + \beta_{1,m}Y_{mt} + \gamma_{1,1}X_{1t} + \dots + \gamma_{1,k}X_{kt} = u_{1t} \\ \beta_{2,1}Y_{1t} + \beta_{2,2}Y_{2t} + \dots & + \beta_{2,m}Y_{mt} + \gamma_{2,1}X_{1t} + \dots + \gamma_{2,k}X_{kt} = u_{2t} \\ \vdots & \vdots \\ \beta_{m,1}Y_{1t} + \beta_{m,2}Y_{2t} + \dots + \beta_{m,m}Y_{mt} + \gamma_{m,1}X_{1t} + \dots + \gamma_{m,k}X_{kt} = u_{mt} \end{pmatrix} \dots (3-2)$$

والمعادلات (3-2) يمكن ان يعبر عنها بصيغة المصفوفات كالاتي:

$$\beta Y + \gamma X = U \quad \dots(4-2)$$

اذ ان:

β ، γ تمثل مصفوفة معاملات منظومة المعادلات الآتية وان $\beta \in R^{m \times m}$ و $\gamma \in R^{m \times k}$ اذ ان:

$$\beta = \begin{pmatrix} \beta_{1,1} & \beta_{1,2} & \dots & \beta_{1,m} \\ \beta_{2,1} & \beta_{2,2} & \dots & \beta_{2,m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \beta_{m,1} & \beta_{m,2} & \dots & \beta_{m,m} \end{pmatrix} \quad \dots (5-2)$$

$m \times m$

$$\gamma = \begin{pmatrix} \gamma_{1,1} & \dots & \dots & \gamma_{1,k} \\ \gamma_{2,1} & \dots & \dots & \gamma_{2,k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \gamma_{m,1} & \dots & \dots & \gamma_{m,k} \end{pmatrix} \quad \dots (6-2)$$

$m \times k$

$Y \in R^{m \times 1}$ مصفوفة المتغيرات الداخلية وان

$$Y = \begin{pmatrix} Y_{1t} \\ Y_{2t} \\ \vdots \\ Y_{mt} \end{pmatrix} \quad \dots (7-2)$$

$m \times 1$

$X \in R^{k \times 1}$ مصفوفة المتغيرات الخارجية وان

$$X = \begin{pmatrix} X_{1t} \\ X_{2t} \\ \vdots \\ X_{kt} \end{pmatrix} \quad \dots (8-2)$$

$U \in R^{m \times 1}$ مصفوفة متغيرات التشويش الابيض وان

$$U = \begin{pmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \\ \vdots \\ u_{mt} \end{pmatrix} \dots (9-2)$$

والمعادلة (9-2) هي عبارة عن نظام كامل من المعادلات الهيكلية التي توضح العلاقة بين المتغيرات الاقتصادية وتسمى كل معادلة من معادلاته "معادلة هيكلية" لأنها تعبر عن هيكل الظاهرة مدار البحث. وان كل معادلة من المعادلات تعبر عن احد المتغيرات الداخلية بدلالة متغير واحد أو اكثر من المتغيرات الداخلية الاخرى اضافة الى بعض المتغيرات الخارجية المحددة سابقا. والتي تعبر عن الاثر المباشر لكل متغير مفسر على المتغير التابع (17)

3-2 النماذج المختزلة Reduced Models

وهي النماذج التي تكون فيها المتغيرات الداخلية عبارة عن دالة في المتغيرات المحددة فقط (الداخلية المتباطئة أو الخارجية) مضافة الى حد الخطأ ويحدث عندما تكون في كل معادلة هنالك بعض المعاملات معدومة والمتغير الذي معامله يساوي واحد يعد المتغير التابع. اذا كانت المصفوفة β معرفة، فيمكن الانتقال من الشكل الهيكلية الى الشكل المختزل وذلك بكتابه المتجه Y بدلالة المتجه X اذ ان:

$$Y = -\beta^{-1}\gamma X + \beta^{-1}U \dots (10-2)$$

فيمكن ان نطبق طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية باعتبار الاخطاء $\beta^{-1}U$ مستقلة عن X . وعلى الرغم من بساطة الصيغة الرياضية (10-2) الا ان جانبه التطبيقي يكون معقدا، فمعرفة $m \times k$ عنصر للمصفوفة $\beta^{-1}U$ لا يسمح بتحديد المصفوفة β التي تحتوي على $m \times m$ عنصر وهذا فضلاً عن المصفوفة γ المكونة من $m \times k$ معادلة لـ $(m \times k) + (m \times m)$ مجهول، فبدون قيود اضافية، من المستحيل ايجاد حلول ممكنة الامر الذي يتعلق بمشكلة تشخيص الانموذج (Identification problem) الذي يؤدي الى استعمال طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية على الانموذج الهيكلية يؤدي الى ان تكون المقدرات متحيزة وهذا التحيز يعرف بالتحيز الآني او تحيز المعادلات الآنية، بمعنى انه في النظام الآني، القيم المتوقعة لمقدرات المربعات الصغرى الهيكلية لايساوي القيمة الحقيقية $\beta \neq E(\hat{\beta})$ ويحدث هذا التحيز عندما يرتبط الخطأ العشوائي خطأً مع المتغيرات الداخلية في الانموذج (المتغير التابع يدخل في المعادلة كمتغير مستقل). (16)

4-2 مشكلة التشخيص (Identification Problem) :

تشير مشكلة التشخيص الى امكانية او عدم امكانية حساب المعلمات الهيكلية لانموذج المعادلات الآتية انطلاقاً من معلمات الانموذج المختزل . يجب دراسة مشكلة التشخيص اذ انه لا يمكن تطبيق طريقة تقدير مناسبة على المعادلات الا اذا كانت هذه الاخيرة معرفة ، فاذا كانت تلك المعادلات معرفة ، فإنه يمكن تقدير معلمات الشكل الهيكلية . أما اذا كانت المعادلة غير مشخصة فإن ذلك يعني انه لا يمكن تقدير المعلمات الهيكلية لنماذج المعادلات الهيكلية انطلاقاً من معلمات الصيغة المختزلة. لذلك تعرف مشكلة تشخيص الانموذج بأنها عبارة عن مشكلة صياغة الانموذج أكثر من انها مشكلة تقدير، والتشخيص هو امكانية تقدير المعلمات للشكل الهيكلية للانموذج من معلمات الصيغة المختزلة للانموذج ذاته، اذ ان النماذج المشخصة تماما يمكنها اعطاء تقديرات تمتاز بخاصية الاتساق. والتشخيص في النماذج هو نوع من انواع الاختبار يستخدم عادة في حالة النماذج لتحقيق الاهداف الآتية : (8)

1- معرفة امكانية حل الانموذج.

2- معرفة هل ان الحل الذي نحصل عليه هو حل وحيد ام ان هناك اكثر من حل.

1- تحديد الطريقة الاحصائية المناسبة لتقدير معلمات معادلات الانموذج.

ولتشخيص الانموذج لا بد من ان يكون كاملاً وان يتم تشخيص كل معادلة من معادلاته ويعد الانموذج كاملاً اذا احتوى على عدد من المعادلات التوضيحية تساوي عدد المتغيرات الداخلية على الاقل. وتظهر مشكلة التشخيص بالنسبة للمعادلات التي بها معلمات يجب تقديرها احصائياً واذا لم تتشخص معادلة او نموذج استحال تقدير معلماته (7).

وهناك ثلاث حالات لتشخيص منظومة المعادلات، فإما ان تكون المعادلة مشخصة تماما او تكون فوق التشخيص او دون التشخيص.

ان المنظومة (2-10) يكون لديها حالات تشخيص كالاتي:

1- مشخصة (*identified*) اذا كان عدد المتغيرات (الخارجية والداخلية) في المنظومة اقل من او

يساوي $(k + 1)$ اذا ان $k - k_i - 1 \leq m_i$ اي ان شرط الرتبة يساوي 1 .

2- مشخصة تماماً (*Exactly identified*) عندما يكون $m_i - 1 = k - k_i$.

3- فوق التشخيص (*Over- identified*) اذا كان $k - k_i < m_i - 1$.

وفقط المنظومة المشخصة يمكن ان يكون لها حل . اذ ان حل المنظومة يعني ايجاد تقديرات للمعاملات

β و γ في المعادلة (2-9) من عينة ممثلة للمنظومة والتي هي مجموعة قيم بيانات المتغيرات X و Y

والحالة التي لا تكون منظومة المعادلات الآتية (2-9) غير مشخصة فاننا لا يمكن ايجاد حل لها

من معادلة (2-10) : (4)

$$Y = -\beta^{-1}X\gamma + \beta^{-1}U \quad \dots (11-2)$$

5-2 شروط التشخيص:

إذا كان:

G: تمثل عدد المتغيرات الداخلية الموجودة في كل معادلات المنظومة.

k: تمثل عدد المتغيرات الخارجية والمرتدة زمنياً الموجودة في كل معادلات المنظومة.

GΔ: تمثل عدد المتغيرات الداخلية الموجودة في المعادلة z.

k*: تمثل عدد المتغيرات الخارجية والمرتدة زمنياً الموجودة في المعادلة z.

GΔΔ: تمثل المتغيرات الداخلية التي لم ترد في المعادلة z ولكنها موجودة في المنظومة.

k**: تمثل المتغيرات الخارجية والمرتدة زمنياً التي لم ترد في المعادلة z ولكنها موجودة في المنظومة.

مصفوفة معادلات المتغيرات الداخلية للصيغة الهيكلية يمكن أن تجزأ إلى:

$$B_j = [B_\Delta \quad O_{\Delta\Delta}] \quad \dots (12-2)$$

اذ أن:

$$B_\Delta = [B_{j1} B_{j2} \dots B_{jG^\Delta}] \quad \dots (13-2)$$

$$O_{\Delta\Delta} = [00 \dots 0] \quad \dots (14-2)$$

مصفوفة معاملات المتغيرات الخارجية والمرتدة زمنياً للصيغة الهيكلية يمكن أن تجزأ إلى:

$$\gamma_j = [\gamma_* \quad O_{**}] \quad \dots (15-2)$$

اذ أن:

$$\gamma_* = [\gamma_{j1} \gamma_{j2} \dots \gamma_{jk^*}] \quad \dots (16-2)$$

$$O_{**} = [00 \dots 0] \quad \dots (17-2)$$

يمكن تجزئة مصفوفة معاملات الشكل المختزل (π) كالاتي:

$$\pi = \begin{bmatrix} \pi_{\Delta^*} & \pi_{\Delta^{**}} \\ \pi_{\Delta\Delta^*} & \pi_{\Delta\Delta^{**}} \end{bmatrix} \quad \dots (18-2)$$

اذ أن:

π_{Δ^*} : مصفوفة من درجة $G_\Delta \times k^*$

π_{Δ}^{**} : مصفوفة من درجة $G_{\Delta} \times k^{**}$

$\pi_{\Delta\Delta}^*$: مصفوفة من درجة $G_{\Delta\Delta} \times k^*$

$\pi_{\Delta\Delta}^{**}$: مصفوفة من درجة $G_{\Delta\Delta} \times k^{**}$

وان $\pi = -\beta^{-1}\gamma$ وبذلك فان $\pi\beta = -\gamma$ وبالمقارنة مع المعادلة z المذكور انفا عند اخذ صف واحد من المصفوفة B وضربه في مصفوفة π فالنتائج يمثل صفاً واحداً من المصفوفة Γ أي أن:

$$\beta_j \pi = -\gamma_j \quad \dots (19-2)$$

وبالتعويض عن β_j و γ_j يمكن الحصول على (15)

$$\beta_{\Delta} \pi_{\Delta}^* = -\gamma^* \quad \dots (20-9)$$

$$\beta_{\Delta} \pi_{\Delta}^{**} = Q^{**} \quad \dots (21-2)$$

وبذلك يمكن استخدام قاعدة عامة للتشخيص باستعمال الصيغة المختزلة بتحقق الشرطين الآتيين:

2-5-1 الشرط الأول: شرط الدرجة Order Condition:

يستند هذا الشرط على عدد المتغيرات الظاهرة والغير ظاهرة في الانموذج وهو شرط ضروري وغير كافي اذ يمكن ان يتحقق هذا الشرط بالنسبة لمعادلة معينة ولكنها لا تزال غير مميزة. وينص على (لتكون المعادلة مميزة يجب ان يكون عدد المتغيرات التي لم تظهر في المعادلة ولكنها ظهرت في بقية معادلات الانموذج مساوياً على الاقل عدد المعادلات او المتغيرات الداخلية مطروحا منها واحد ويأخذ الشكل الآتي (15):

$$K^{**} \geq G_{\Delta} - 1 \quad \dots (22-2)$$

اذ ان:

G_{Δ} : يمثل المتغيرات الداخلية الموجودة في المعادلة المراد تشخيصها.

K^{**} : هي المتغيرات الخارجية والداخلية المرتدة زمنياً المفقودة من المعادلة المراد تشخيصها.

2-5-2 الشرط الثاني: شرط الرتبة (Rank Condition):

وهو شرط ضروري وكافي وينص على انه يجب ان تكون في الانموذج رتبة اكبر مصفوفة جزئية ناتجة عن π_{Δ}^* تساوي $G_{\Delta} - 1$ أي ان $\text{rank}(\pi_{\Delta}^{**}) = G_{\Delta} - 1$ والسبب في ذلك هو انه يجب ان يكون عدد المعادلات في العلاقة (22-2) مساوياً إلى $G_{\Delta} - 1$ عندها يمكن الحصول على قيم B_j .

$$(24)$$

ويمكن صياغة شرط الرتبة كالاتي:

$$\text{Rank}(\pi_{\Delta^{**}}) = \text{Rank}[B_{\Delta\Delta}\Gamma^{**}] - G^{\Delta\Delta} = G^{\Delta} - 1 \quad \dots (23-2)$$

اذ أن:

$B_{\Delta\Delta}$: تمثل مصفوفة المعاملات الهيكلية للمتغيرات الداخلية والتي لا تتضمنها العلاقة (j) ولكنها موجودة في المنظومة.

Γ^{**} : تمثل مصفوفة المعاملات الهيكلية للمتغيرات الخارجية والمرتدة زمنيا والتي لا تتضمنها العلاقة j ولكنها موجودة في المنظومة.

اي ان المصفوفة $[B_{\Delta\Delta}\Gamma^{**}]$ هي مصفوفة تمثل عناصرها المعلمات المقابلة للمعلمة المفقودة في المعادلة المراد تشخيصها . وبذلك يمكننا معرفة حالة التشخيص بعد إجراء الشرطين السابقين اذ أن:

جدول (1-2) يبين الاختبارات ونوع التشخيص

نوع التشخيص	نتيجة الاختبار
فوق التشخيص (Over Identified)	$K^{**} > G\Delta - 1$ $\text{Rank}(\pi_{\Delta^{**}}) = G\Delta - 1$
مشخصة تماما (Exact Identified)	$K^{**} = G\Delta - 1$ $\text{Rank}(\pi_{\Delta^{**}}) = G\Delta - 1$
تحت التشخيص (غير مشخصة) (Under Identified)	$K^{**} \geq G\Delta - 1$ $\text{Rank}(\pi_{\Delta^{**}}) < G\Delta - 1$

عندما تكون المعادلة غير مشخصة (Under Identified) لا يمكن تقدير معالمها لذا يجب إعادة النظر في صياغتها ومدى صحة وصف المتغيرات المكونة لها.

2-6 طرائق تقدير معالم منظومة المعادلات الآتية:

ان طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية (OLS) ملائمة في تقدير معالم أنموذج الانحدار البسيط والمتعدد (بعد التأكد من صحة الفروض الخاصة بها) ومنها النماذج القياسية وللأنموذج المتعدد فان:

$$b_{OLS} = (X'X)^{-1} X'Y \quad \dots (24-2)$$

وبعد تقدير المعلمات يمكن تحليلها حين توافقها مع النظرية الاقتصادية واجراء بعض الاختبارات الاحصائية عليها.

وتعد طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية (OLS) غير ملائمة في تقدير معلمات منظومة المعادلات الآنية لان استعمالها يؤدي إلى الحصول على مقدرات متحيزة وغير متسقة، لذا لا بد من البحث عن مقدرات كفوءة لهذه المعلمات علما بان المعادلة غير المشخصة لا يمكن تقدير معلماتها. هناك عدة طرائق لتقدير معلمات منظومة المعادلات الآنية منها الطرائق الخطية ومنها الطرائق اللاخطية و الطرائق البيزية كما يأتي:

2-6-1 الطرائق الخطية لتقدير منظومة المعادلات الآنية:

2-6-1-1 طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين:

Two Stages Least Squares (2SLS)

ان مبدأ عمل طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين هو ايجاد متغير يكون مساوياً تقريباً في القيمة للمتغير الداخلي المرتبط بحد الخطأ على ان لا يكون المتغير نفسه مرتبطاً بحد الخطأ فاذا وجد هذا المتغير وتم استبداله بالمتغير الداخلي فانه سيظهر كمتغير مفسر ويكون غير مرتبطاً بحد الخطأ العشوائي، ان هذا النوع من المتغيرات تسمى بالمتغيرات المساعدة (Instrumental Variables) اذ انه لا توجد سببية بين المتغيرات الادواتية والمتغيرات الداخلية وان استعمالها يؤدي الى عدم خرق فرضيات المربعات الصغرى الاعتيادية. وهي من الطرق الملائمة لتقدير معاملات المعادلة المنفردة ضمن منظومة المعادلات الآنية والتي تكون نتيجة تشخيصها مشخصة تماما (Exact Identify) او فوق التشخيص (Over Identify). وتهدف هذه الطريقة الى التخلص من مشكلة وجود أي علاقة بين المتغيرات المعتمدة التي تسلك سلوك متغير توضيحي ضمن المنظومة وحد الخطأ ضمن المعادلة نفسها. سميت هذه الطريقة بذات مرحلتين ، وذلك لأنها تمر بمرحلتين الاولى هي تحديد المتغير الداخلي (التابع) في المعادلة المطلوب تقدير معلماتها ، ثم ايجاد الصيغة المختزلة لهذا المتغير ، ومن ثم طريقة المربعات الصغرى (OLS) (لإيجاد القيم التقديرية للشكل المختزل) ، أما المرحلة الثانية فهي احلال القيم التقديرية محل القيم الحقيقية للمتغيرات الداخلية (المتغيرات المستقلة) في المعادلات الهيكلية لمنظومة المعادلات الآنية. (26)

وتتلخص مراحل هذه الطريقة بـ:

المرحلة الأولى:(First Stage)

وتتضمن هذه المرحلة الخطوات الآتية:

1- تحديد المتغير الداخلي للمعادلة المراد تقدير معالمها وليكن (Y_t) اذ ان نتيجة تشخيصها (فوق التشخيص).

2- إيجاد الصيغة المختزلة (Reduce Form) لهذا المتغير.

3- استعمال طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية OLS (بعد توفر شروط عملية التقدير) لتقدير معالم الصيغة المختزلة المستخرجة في الفقرة الثانية انفا.

4- إيجاد القيم التقديرية للمتغير الداخلي (\hat{Y}_t) .

ولتوضيح المرحلة الأولى نأخذ على سبيل المثال المعادلة z من منظومة المعادلات الآنية (SES) والتي كانت نتيجة تشخيصها فوق التشخيص.. (25)

$$y_{jt} = B_j Y_t + \gamma_j X_t + U_{jt} \quad \dots (25-2)$$

أذ أن:

y_{jt} : متجه عمودي $(T \times 1)$ لملاحظات المتغير الداخلي للمعادلة z المراد تقدير معالمها.

Y_t : مصفوفة $T \times (G-1)$ لقيم مشاهدات المتغيرات الداخلية المتبقية في المعادلة z .

X_t : مصفوفة $T \times k$ لملاحظات المتغيرات الخارجية والمتغيرات الداخلية المرتدة زمنياً للمعادلة z .

U_t : متجه $(T \times 1)$ للأخطاء في المعادلة z . (9)

يمكننا إعادة كتابة المعادلة أعلاه لتصبح بالشكل الآتي:

$$y_{jt} = Z_t \alpha_j + U_{jt} \quad \dots (26-2)$$

أذ أن:

$$\alpha_j = \begin{bmatrix} B_j \\ \gamma_j \end{bmatrix}, Z_t = [Y_t \quad X_t] \quad \dots (27-2)$$

$Y_t = (Y_1, Y_2, \dots, Y_G)$ هي موجّهات $(T \times 1)$

وان معادلات الصيغة المختزلة لهذه المتغيرات

$$\begin{aligned} Y_2 &= X_t \gamma_2 + V_2 = X_1 \gamma_{21} + X_2 \gamma_{22} + \dots + X_k \gamma_{2k} + V_2 \\ Y_3 &= X_t \gamma_3 + V_3 = X_1 \gamma_{31} + X_2 \gamma_{32} + \dots + X_k \gamma_{3k} + V_3 \\ &\vdots \\ Y_G &= X_t \gamma_G + V_G = X_1 \gamma_{G1} + X_2 \gamma_{G2} + \dots + X_k \gamma_{Gk} + V_G \end{aligned} \quad \dots (28-2)$$

فعندما تستعمل طريقة OLS لاستخراج تقديرات المعالم الهيكلية للمعادلة z نحصل على:

$$\hat{\alpha}_j = \begin{bmatrix} \hat{B}_j \\ \hat{\gamma}_j \end{bmatrix}_{OLS} = (Z_t' Z_t)^{-1} Z_t' y_{jt} \quad \dots (29-2)$$

$$= \begin{bmatrix} Y_t' Y_t & Y_t' X_t \\ X_t' Y_t & X_t' X_t \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Y_t' y_{jt} \\ X_t' y_{jt} \end{bmatrix} \quad \dots (30-2)$$

وعند استعمال طريقة OLS لاستخراج تقديرات معاملات الصيغة المختزلة R.F تكون التقديرات كالآتي:

$$y_{jt} = X_t \gamma_j + V_j \quad \dots (31-2)$$

$$\hat{\gamma}_j = (X_t' X_t)^{-1} X_t' y_{jt} \quad \dots (32-2)$$

اذ تستعمل هذه المعلمات في إيجاد قيم \hat{y}_{jt} والتي تساوي:

$$\begin{aligned} \hat{y}_{jt} &= X_t \hat{\gamma}_j \\ &= X_t (X_t' X_t)^{-1} X_t' y_{jt} \end{aligned} \quad \dots (33-2)$$

المرحلة الثانية: Second Stage:

وتتضمن هذه المرحلة الخطوات الآتية:

1- نضع \hat{y} بدل y .

2- نستعمل طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية (OLS) مرة أخرى في تقدير معاملات الصيغة الهيكلية بعد التعويض عن y بـ \hat{y} والمقدرة في المرحلة الأولى.

وكما ذكرنا في المرحلة الأولى أن:

$$\begin{aligned} \hat{y}_{jt} &= \chi_t \hat{\gamma}_j \\ &= \chi_t (\chi_t' \chi_t)^{-1} \chi_t' y_{jt} \end{aligned} \quad \dots (34-2)$$

ثم نضع \hat{y}_{jt} بدل y_{jt} وتكرر عملية التقدير باستعمال طريقة (OLS) اذ نحصل على:

$$\hat{\alpha}_j = \begin{bmatrix} \tilde{B}_j \\ \tilde{\gamma}_j \end{bmatrix}_{2SLS} = \begin{bmatrix} \hat{Y}_t' \hat{Y}_t & \hat{Y}_t' X_t \\ X_t' \hat{Y}_t & X_t' X_t \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \hat{Y}_t' y_{jt} \\ X_t' y_{jt} \end{bmatrix} \quad \dots (35-2)$$

2-1-6-2 طريقة المربعات الصغرى ذات المراحل الثلاث:

Three Stages Least Squares (3SLS) Method

وهي من طرائق تقدير معاملات معادلات المنظومة في آن واحد والتي تكون نتيجة تشخيصها فوق التشخيص (Over Identify) ، ولتوضيح طريقة (3SLS) نأخذ أي معادلة هيكلية من المنظومة المراد تقدير معالمها ولتكن Z_j و T من المشاهدات اذ يمكن كتابتها كالآتي: (34)

$$\begin{aligned} y_j &= Y_j B_j + X_j \gamma_j + u_j \\ y_j &= Z_j \alpha_j + U_j \end{aligned} \quad \dots (36-2)$$

أذ ان:

$$Z_j = \begin{bmatrix} Y_j & X_j \end{bmatrix}, \quad \alpha_j = \begin{bmatrix} \gamma_j \\ B_j \end{bmatrix} \quad \dots (37-2)$$

X : مصفوفة $T \times k$ من قيم كل المتغيرات الخارجية والمتغيرات الداخلية المرتدة زمنياً (k) .
لتقدير متجه المعلمات α_j ، نفرض ان كل المعادلات مشخصة. وبضرب المعادلة (2-38) اعلاه في X' نحصل على:

$$X' y_j = X' Z_j \alpha_j + X' U_j \quad \dots (38-2)$$

وهي منظومة من k من المعادلات يتضمن n_j من معالم α_j وموجه الاخطاء $X' U_j$ بوسط يساوي صفرأ.

عندما تكون المعادلة مشخصة تماما Exact Identify فان $k=n_j$ ، اذ يتم تقدير α_j بالصيغة الآتية:

$$\hat{\alpha}_j = (X' Z_j)^{-1} X' Y_j \quad \dots (39-2)$$

اما مصفوفة التباين المشترك لموجه الاخطاء $X' U_j$ فيمكن ايجادها كالآتي:

$$V(X' U_j) = E(X' U_j U_j' X) = \sigma_{jj} X' X \quad \dots (40-2)$$

أذ ان:

σ_{jj} : يمثل تباين الاخطاء للمعادلة لكل المشاهدات T .

وباستعمال طريقة المربعات الصغرى العامة (GLS) نحصل على:

$$Z_j' X (\sigma_{jj} X' X)^{-1} X' Y_j = Z_j' X (\sigma_{jj} X' X)^{-1} X' Z_j \hat{\alpha}_j \quad \dots (41-2)$$

ومن المعادلة انفا يمكن اشتقاق مقدر المربعات الصغرى لمرحلتين (2SLS) كالآتي:

$$\hat{\alpha}_j = [Z_j'X(X'X)^{-1}X'Z_j]^{-1}Z_j'X(X'X)^{-1}X'y_j \quad \dots (42-2)$$

اما مصفوفة التباين لـ $\hat{\alpha}_j$ فهي:

$$v(\hat{\alpha}_j) = \sigma_{jj}[Z_j'X(X'X)^{-1}X'Z_j]^{-1} + O\left(\frac{1}{T}\right) \quad \dots (43-2)$$

اذ ان:

$$O\left(\frac{1}{T}\right) : \text{حد صغير جدا من } \frac{1}{T}$$

وللوصول الى مقدرات (3SLS)، يمكن كتابة المعادلة () بالشكل التالي لكل المعادلات أي أن:

$$\begin{bmatrix} X'y_1 \\ \vdots \\ X'y_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'Z_1 & O & \dots & O \\ O & X'Z_2 & \dots & O \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ O & \dots & \dots & X'Z_G \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \vdots \\ \alpha_G \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X'u_1 \\ \vdots \\ X'u_G \end{bmatrix} \quad \dots (44-2)$$

وهي منظومة لـ kG من المعادلات الذي يحتوي على n من المعلمات اذ ان $n = \sum_{j=1}^G nj$ ولتطبيق طريقة

(GLS) لتقدير كل عناصر α أنياً، نحتاج الى مصفوفة التباين المشترك لموجه الاخطاء والتي يمكن كتابتها كالاتي (18)

$$V \begin{bmatrix} X'u_1 \\ \vdots \\ X'u_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{11}X'X & \sigma_{12}X'X & \dots & \sigma_{1G}X'X \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \sigma_{G1}X'X & \sigma_{G2}X'X & \dots & \sigma_{GG}X'X \end{bmatrix} = \sigma_{jj'}I \quad (45-2)$$

اذ ان:

$\sigma_{jj'}$: يمثل التباين المشترك للأخطاء الهيكلية للمعادلة j والمعادلة j' .

وان:

$$E(u_j u_{j'}') = \begin{bmatrix} \sigma_{jj'} & O & \dots & O \\ O & \sigma_{jj'} & \dots & O \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ O & O & \dots & \sigma_{jj'} \end{bmatrix} = \sigma_{jj'}I \quad \dots (46-2)$$

اذ ان I: تمثل مصفوفة الوحدة برتبة T.

اما معكوس مصفوفة التباين المشترك فهي:

$$v^{-1} \begin{bmatrix} X'u_1 \\ \vdots \\ X'u_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma^{11}(XX)^{-1} & \sigma^{12}(XX)^{-1} & \dots & \sigma^{1G}(XX)^{-1} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \sigma^{G1}(XX)^{-1} & \sigma^{G2}(XX)^{-1} & \dots & \sigma^{GG}(XX)^{-1} \end{bmatrix} \quad \dots (47-2)$$

اذ ان σ^{jj} هو عنصر معكوس σ_{jj} .

وعند تطبيق GLS، اذ نقوم بتبديل الموجه العمودي لـ 2SLS وهو $Z_j'X(\sigma_{jj}XX)^{-1}X'y_j$ في يسار

المعادلة (47-2) بـ

$$\begin{bmatrix} \sigma^{11}Z_1'X(XX)^{-1}X'y_1 + \dots + \sigma^{1G}Z_1'X(XX)^{-1}X'y_G \\ \sigma^{G1}Z_G'X(XX)^{-1}X'y_1 + \dots + \sigma^{GG}Z_G'X(XX)^{-1}X'y_G \end{bmatrix} \quad \dots (48-2)$$

والمصفوفة على يمين المعادلة (48-2) سيحل محلها

$$\begin{bmatrix} \sigma^{11}Z_1'X(XX)^{-1}XZ_1 \dots \sigma^{1G}Z_1'X(XX)^{-1}XZ_G \\ \vdots \\ \sigma^{G1}Z_G'X(XX)^{-1}XZ_1 \dots \sigma^{GG}Z_G'X(XX)^{-1}XZ_G \end{bmatrix} \quad \dots (49-2)$$

اذ ان هذه المصفوفات تتضمن σ وهي غير معلومة لذا سنضع بدلا عنها مقدرات المربعات الصغرى

لمرحلتين التي سنرمز لها بالرمز S^{jj} وبذلك يمكن ان نعرف مقدر 3SLS كالآتي:

$$\begin{bmatrix} \hat{\alpha}_1 \\ \vdots \\ \hat{\alpha}_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s^{11}Z_1'X(XX)^{-1}XZ_1 \dots s^{1G}Z_1'X(XX)^{-1}XZ_G \\ \vdots \\ s^{G1}Z_G'X(XX)^{-1}XZ_1 \dots s^{GG}Z_G'X(XX)^{-1}XZ_G \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum_{j=1}^G s^{1j}Z_1'X(XX)^{-1}X'y_j \\ \vdots \\ \sum_{j=1}^G s^{Gj}Z_G'X(XX)^{-1}X'y_j \end{bmatrix} \quad \dots (50-2)$$

اما مصفوفة التباين المشترك لمقدرات 3SLS فيمكن كتابتها كالآتي:

$$v(\hat{\alpha}) = \begin{bmatrix} s^{11}Z_1'X(XX)^{-1}XZ_1 \dots s^{1G}Z_1'X(XX)^{-1}XZ_G \\ s^{G1}Z_G'X(XX)^{-1}XZ_1 \dots s^{GG}Z_G'X(XX)^{-1}XZ_G \end{bmatrix}^{-1} + 0\left(\frac{1}{T}\right) \quad \dots (51-2)$$

تكون مقدرات 3SLS متسقة وذات كفاءة تقاربية وتطابق مقدرات 2SLS عندما تكون الاخطاء الهيكلية

غير مرتبطة في المعادلات المختلفة. (5)

ويمكن توضيح اجراءات هذه الطريقة (3SLS) كالآتي:

أولاً: إيجاد الصيغة المختزلة (R.F) للمنظومة ثم تطبيق طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية (OLS) على الصيغة المختزلة بهدف إيجاد القيم التقديرية (\hat{y}) وتعويض هذه القيم في الشكل الهيكلي في المرحلة الثانية لإيجاد مقدرات المعادلات.

ثانياً: تطبيق طريقة (3SLS) على المنظومة وذلك باتباع الخطوات الآتية (24)

الخطوة الأولى:

ترتب المتغيرات المعتمدة والمتغيرات التوضيحية ضمن مصفوفة جزئية وذلك بوضع المتغيرات المعتمدة ضمن مصفوفة جزئية مثل y والمتغيرات التوضيحية والمرتدة زمنياً ضمن مصفوفة جزئية x إذ وضع هاتان المصفوفتان الجزئيتان في المصفوفة Z إذ أن:

$$y = [y_1 \ y_2 \ y_3 \ \dots \ y_G]$$

$$x = [x_1 \ x_2 \ x_3 \ \dots \ x_k]$$

$$Z_j = [y' \quad X's], j = 1, 2, \dots, G$$

الخطوة الثانية:

حساب مجاميع المربعات وحواصل الضرب للمتغيرات كافة المبينة في الخطوة الأولى أي ($x'x, y'y, x'y$) وكذلك $y'x(x'x)^{-1}x'y$ والتي تمثل مجاميع المربعات وحواصل الضرب الناتجة من انحدار y على x .

الخطوة الثالثة:

حساب تقديرات المربعات الصغرى ذات المرحلتين (2SLS) لكل معادلة من معادلات المنظومة بتطبيق الصيغة الآتية:

$$\hat{\alpha}_j = \begin{bmatrix} Y_j'X(X'X)^{-1}y_j & y_j'X_j \\ X_j'y_j & X_j'X_j \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Y_j'X(X'X)^{-1}X'y_j \\ X_j'y_j \end{bmatrix} \quad \dots (52-2)$$

الخطوة الرابعة:

تقدير مصفوفة العزوم للأخطاء الهيكلية ($TS_{jj'}$) إذ T تمثل عدد المشاهدات لكل متغير.

$$TS_{jj'} = \hat{U}'\hat{U} = Y_L'Y_L - Y_L'Y_R C - C'Y_R'Y_L + C'Y_R'Y_R C - B'x_R'x_R B \quad \dots (53-2)$$

إذ أن:

Y_L : مصفوفة اعمدتها تمثل المتغيرات الداخلية الموجودة يسار كل معادلة من المعادلات في المنظومة.

Y_R : مصفوفة اعمدتها تمثل المتغيرات الداخلية الموجودة يمين كل معادلة من المعادلات في المنظومة.

X_R : مصفوفة اعمدتها المتغيرات الخارجية والمرتدة زمنيا الموجودة في كل معادلة من المعادلات في المنظومة.

C: مصفوفة اعمدتها تمثل معلمات المنظومة المرتبطة مع كل متغير داخلي موجود في كل معادلة من المعادلات من جهة اليمين.

B: مصفوفة اعمدتها تمثل معلمات المنظومة المرتبطة مع كل متغير خارجي او مرتد زمنيا في كل معادلة من المعادلات.

الخطوة الخامسة:

حساب تقديرات (3SLS) $\hat{\alpha}$ وذلك باختيار قيم مناسبة للمصفوفات الجزئية وضربها بعناصر المصفوفة S_{jj} فينتج لدينا عمود متكون من عدد من الصفوف تمثل مقدرات (3SLS).

وتكون المعاملات الهيكلية مقدرات متسقة، وعندما تكون الاخطاء الهيكلية غير مرتبطة في المعادلات المختلفة فان مقدرات (3SLS) تكون نفسها في (2SLS) ومن الضروري ان يتم تحديد المنظومة بشكل دقيق لان ذلك سيؤثر في جميع معادلات المنظومة كون طريقة التقدير تاخذ بنظر الاعتبار جميع معادلات المنظومة.

2-6-2 نماذج المعادلات الانية اللاخطية:

هناك العديد من النماذج الاقتصادية التي تعد محل اهتمام الاقتصاديون في الحياة العملية والتي تأخذ شكل لا خطيا، كالأسية واللوغاريتمية والعكسية والتكعيبية...، وهناك انواع اخرى من النماذج اللاخطية تكون على مستوى المعلمات يصعب تحويلها الى الشكل الخطي وبذلك يستحيل تطبيق طريقة المربعات الصغرى بشكل مباشر لذلك يتم اللجوء الى تقنيات اخرى لتقدير معالمها كالانحدار اللامعلمي او باستعمال الخوارزميات، وتختلف النماذج اللاخطية عن النماذج الخطية بالنقاط الآتية:

- 1- لها اكثر من حل مهما كان تعريف الانموذج ولكن يتم الاقتصار على حل واحد و استبعاد بقية الحلول عن طريقوضع مجموعة من القيود.
- 2- في حال احتواء الانموذج غير الخطي عدد من المعادلات مساوية لعدد المتغيرات الداخلية فيمكن عده نموذجا خطيا من اذ التقدير والخصائص.
- 3- اذا كان عدد المتغيرات الادواتية للانموذج غير الخطي مساويا لعدد المشاهدات فان 2SLS تتحول الى OLS وذلك يؤدي الى مقدرات غير متسقة.
- 4- تسمى المتغيرات المشتقة من المتغير الداخلي بالمتغيرات الاضافية لكي يتم تمييزها في اثناء التحليل.

5- يختلف تطبيق شرط الرتبة والدرجة في النظام اللاخطي اذ لا تحتسب المتغيرات الداخلية الاضافية في العد.

2-6-2-1 طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين اللاخطية:

Non- Linear Two Stages Least Squares (NL2SLS)

اقترحت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية (NL2SLS) من (Amemiya) عام (1974) لتقدير نماذج المعادلات الأنية اللاخطية عن طريق اجراء عملية الانحدار اللاخطي باستعمال طريقة المربعات الصغرى العامة (General Least Square method) على افتراض ان الأخطاء متجانسة. وان y له وسط حسابي $E(y)=(x, \alpha)$ وهناك متغيرات مساعدة Z لانحدار x ، ثم اجراء الانحدار OLS من X على المتغيرات المساعدة Z للحصول على قيم المتغيرات الخارجية \hat{x} ومن ثم اجراء انحدار NLS من Y على $g(\hat{x}, \alpha)$ يمكن أن تؤدي إلى تقديرات معلمة غير متسقة لـ α .

(5) (20)

ليكن لدينا الانموذج اللاخطي الآتي:

$$y_t = f(z_t, \alpha) + u_t \quad \dots (54-2)$$

اذ ان :

y_t متغير عشوائي ثابت .

u_t الخطأ العشوائي والذي له توزيع طبيعي بمتوسط صفر وتباين ثابت σ^2 .

Z_t هي مصفوفة مكونة من وضع المتغيرات المعتمدة ضمن مصفوفة جزئية مثل y والمتغيرات التوضيحية والمرتدة زمنياً ضمن مصفوفة جزئية x اذ وضع هاتين المصفوفتين الجزئيتين في المصفوفة Z اذ ان:

$$y = [y_1 \ y_2 \ y_3 \ \dots \ y_G]$$

$$x = [x_1 \ x_2 \ x_3 \ \dots \ x_k]$$

$$Z_j = [y's \quad X's], j = 1, 2, \dots, G$$

α المعلمات المجهولة

f اي دالة غير خطية بدلالة Z و α

الخطوة الاولى هو تطبيق طريقة المربعات الصغرى العامة (GLS) على المصفوفة Z ومن ثم تطبيق طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين اللاخطية (NL2SLS) بتصغير المقدار الآتي:

$$\Phi\alpha = (y - f)X(\hat{X}X)^{-1}\hat{X}(y - f) \quad \dots (55-2)$$

اذ ان:

y و f عبارة عن متجهات مكونة من T من العناصر والتي عناصرها عبارة عن $f(z_t, \alpha)$ و y_t على الترتيب

X هي مصفوفة ذات ابعاد $T \times K$ من الثوابت ومن الرتبة K .

ولتصغير المعادلة (2-55) يكون ذلك باستعمال اسلوب تكراري عددي وهي طريقة (Gauss-Newton) وكالآتي:

$$\hat{\alpha}_{(n)} = \hat{\alpha}_{(n-1)} + \left[\frac{\partial f'}{\partial \alpha} X(X'X)^{-1} X' \frac{\partial f}{\partial \alpha'} \right]^{-1} \frac{\partial f'}{\partial \alpha} X(X'X)^{-1} X' (y - f) \quad \dots (56-2)$$

ويتم اختبار f و $\frac{\partial f'}{\partial \alpha}$ في الجزء الايمن من معاملة (2-56) عند $\hat{\alpha}_{(n-1)}$ ويتم الحصول على التقدير عند التكرار (n-1).

2-2-6-2 طريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل اللاخطية:

Non- Linear Three Stages Least Squares (NL3SLS)

ليكن لدينا الانموذج اللاخطي الآتي (35)، (7)

$$y_t = f(z_t, \alpha) + u_t \quad \dots (57-2)$$

اذ ان :

y_t متغير عشوائي ثابت

u_t الخطأ العشوائي والذي له توزيع طبيعي بمتوسط صفر وتباين ثابت σ^2

z_t هي مصفوفة مكونة من وضع المتغيرات المعتمدة ضمن مصفوفة جزئية مثل y والمتغيرات التوضيحية والمرتدة زمنياً ضمن مصفوفة جزئية x اذ وضع هاتين المصفوفتين الجزئيتين في المصفوفة Z اذ ان:

$$y = [y_1 \ y_2 \ y_3 \ \dots \ y_G]$$

$$x = [x_1 \ x_2 \ x_3 \ \dots \ x_k]$$

$$Z_j = [y' \ s \quad X' \ s], \quad j = 1, 2, \dots, G$$

α المعلمات المجهولة

f اي دالة غير خطية بدلالة Z و β

الخطوة الاولى هو تطبيق طريقة المربعات الصغرى العامة (GLS) على المصفوفة Z ومن ثم تطبيق طريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل اللاخطية (NL3SLS) بتصغير المقدار الآتي:

$$\Phi \alpha = (y - w\delta)' [S^{-1} X(X'X)^{-1} X'] (y - w\delta) \quad \dots (58-2)$$

ولتصغير المعادلة (58-2) يكون ذلك باستعمال أسلوب تكراري عددي وهي طريقة (Gauss-Newton) وكالآتي:

$$\hat{\alpha}_{(n)} = \hat{\alpha}_{(n-1)} + \left[\frac{\partial f'}{\partial \beta} S^{-1} X(X'X)^{-1} X' \frac{\partial f}{\partial \alpha'} \right]^{-1} \frac{\partial f'}{\partial \alpha} S^{-1} X(X'X)^{-1} X' (y - w\delta) \dots \quad (59-2)$$

ويتم اختبار f و $\frac{\partial f'}{\partial \alpha}$ في الجزء الايمن من معادلة (59-2) عند $\hat{\alpha}_{(n-1)}$ ويتم الحصول على التقدير عند التكرار (n-1) .

2-2-6-3- تقدير بيز ذو المرحلتين (Two stage Bayesian estimation):

تستعمل طريقة بيز في تقدير معاملات منظومة المعادلات الآنية عن طريق استعمال المعلومات السابقة (Prior Information). [4]. وبما ان طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين (Two stage Ordinary Least Square) تطبق طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية (OLS) مرتين في المرحلة الاولى يتم حساب متغيرات بديلة باستعمال مبدأ المربعات الصغرى باستعمال المتغيرات الخارجية كمتغيرات مستقلة . في المرحلة الثانية يتم استبدال المتغيرات البديلة بدل المتغيرات الخارجية ومن ثم تطبيق المربعات الصغرى الاعتيادية . وتدعى هذه الطريقة بـ بمقدرات الصنف K (K-Class estimators) فعندما $k_1 = k_1 = 0$ نحصل على طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية وعندما $k_1 = k_1 = 1$ نحصل على طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين وعلى اساس ذلك اقترح (Zellner , 1998) طريقة بيز ذات المرحلتين. (13)

للأنموذج المعادلات الآنية ، ان حل المنظومة يعني ايجاد تقديرات للمعاملات في المعادلة من عينة ممثلة للمنظومة والتي هي مجموعة قيم بيانات المتغيرات X و Y .
ليكن :

$$\pi = \beta\gamma \quad \dots \quad (60-2)$$

$$v_i = \beta^{-1}U_i \quad \dots \quad (61-2)$$

فان:

$$Y_i = X_i\pi + v_i$$

اذ ان: $i, 2, \dots = 1, m$ وان

$$Y_i = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_m \end{pmatrix} \quad \dots (62-2)$$

$n \times i$

$$X = \begin{pmatrix} X & 0 & \dots & 0 \\ 0 & X & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & X \end{pmatrix} \quad \dots (63-2)$$

$n \times k$

$$\pi_i = \begin{pmatrix} \pi_1 \\ \pi_2 \\ \vdots \\ \pi_k \end{pmatrix} \quad \dots (64-2)$$

$k \times 1$

$$v_i = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_n \end{pmatrix} \quad \dots (65-2)$$

$n \times 1$

او تكتب الصيغة الآتية:

$$y = Z\pi + v \quad \dots (66-2)$$

اذ أن:

Z يمثل مصفوفة قطرية للمصفوفة في الجهة اليمنى للمعادلة (2-59) [5]

$$y' = (y'_1, y'_2, \dots, y'_m)$$

$$\pi' = (\pi'_1, \pi'_2, \dots, \pi'_m)$$

$$v' = (v'_1, v'_2, \dots, v'_m)$$

ولنفرض ان Z و y ثابتة ومعلومة وان رتبة المصفوفة X هي k اي ان $\rho(X)=k$ وان v التشويش الابيض . فانه يكون لدينا الافتراض الآتي:

$$Z'(Ev) = 0 \quad \dots (67-2)$$

او

$$X'Ev_i = 0 \quad ; i = 1, 2, \dots, m \quad \dots (68-2)$$

اذ يشير E الى توقع التوزيع اللاحق من البيانات المشاهدة .

وان :

$$E(\pi) = (Z'Z)^{-1}Z'y \quad \dots (69-2)$$

او

$$E(\pi_i) = (X'X)^{-1}X'y_i \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \dots (70-2)$$

من معادلة (70-2) :

$$(Z'Z)^{-1}Z'y = \pi + (Z'Z)^{-1}Z'v \quad \dots (71-2)$$

وان:

$$(Z'Z)^{-1}Z'y = E(\pi) + (Z'Z)^{-1}Z'Ey_i \quad \dots (72-2)$$

وبما ان $Z'E(v) = 0$ او يساوي $X'E(v) = 0$ اذ ان $i = 1, 2, \dots, m$. اذ نلاحظ ان افتراض $X'E(v) = 0$ يعني ان اعمدة X متعامدة مع $E(v_i)$ ، اي القيمة المتوقعة لمتجه الاخطاء v_i من البيانات المشاهدة. ويفترض انه لا يوجد شيء نظامي في v_i وهذا يكون مرتبط بـ X .

اذا كان المتغير (المتغيرات) مرتبطة بـ X . وإذا تم استبعاد المتغير أو المتغيرات المرتبطة بالمتغيرات الموجودة في X أو إذا كانت هناك أخطاء قياس في المتغيرات في X ، فلن يكون من المناسب الافتراض ان $X'E(v) = 0$.

(31) ، (9)

وإذا كان :

$$E(\pi) = (Z'Z)^{-1}Z'y \quad \dots (73-2)$$

تقدير نقطي امثل لدالة الخسارة التربيعية الآتية:

$$L(\hat{\pi} - \pi) = (\hat{\pi} - \pi)'Q(\hat{\pi} - \pi) \quad \dots (74-2)$$

اذ ان Q مصفوفة محددة موجبة متمثلة

$\hat{\pi}$ تقدير للـ π

اي ان :

$$\begin{aligned} EL(\hat{\pi} - \pi) &= E(\hat{\pi} - \pi)'Q(\hat{\pi} - \pi) \\ &= E(\hat{\pi} - E\pi - (\pi - E\pi))'Q(\hat{\pi} - E\pi - (\pi - E\pi)) \\ &= E(\hat{\pi} - E\pi)'Q(\hat{\pi} - E\pi) + E(\hat{\pi} - E\pi)'QE(\hat{\pi} - E\pi) \quad \dots (75-2) \end{aligned}$$

وهذا يؤدي الى ان Q هي مصفوفة شبه محددة موجبة psd . اذن فان المتوسط اللاحق في ظل توزيع اولي هو امثل في تقليل الخسارة اللاحقة. (29)

ولايجاد التوزيع اللاحق للـ v كالاتي:

من معادلة (75-2) :

$$\begin{aligned} Ev &= y - ZE(\pi) \\ &= y - Z\hat{\pi} = \hat{c} \quad \dots (76-2) \end{aligned}$$

او :

$$\begin{aligned} Ev_i &= y_i - XE(\pi_i) \\ &= y_i - XE(\pi_i) = \hat{v}_i \quad ; i = 1, 2, \dots, m \quad \dots (77-2) \end{aligned}$$

اذ ان: $\hat{v}_i = (\hat{v}_1, \hat{v}_2, \dots, \hat{v}_m)$ متجه بواقي المربعات الصغرى . وباستعمال الصيغة (77-2) ، فان :

$$E(v_i) = \hat{v} \quad \dots (78-2)$$

والمعادلة (78-2) تقدير نقطي امثل لمتجه الاخطاء v لداول الخسارة التربيعية :

$$E(\hat{v} - v)'Q(\hat{v} - v) \quad \dots (79-2)$$

بـ Q شبه محددة موجبة psd والان نقوم بايجاد العزوم الثانية للـ π وكالاتي:

ليكن :

$$E(v - \hat{v})(v - \hat{v})' = E\Omega \otimes (X'X)^{-1}X' \quad \dots (80-2)$$

او :

$$E(v_i - \hat{v}_i)(v_j - \hat{v}_j)' = E\omega_{ij}(X'X)^{-1}X' \quad \dots (81-2)$$

اذ ان:

(6) $E\omega_{ij}$ عناصرها psd شبه محددة موجبة mxm $E\Omega$

اذ ان:

$$E\omega_{ij} = \frac{E\hat{v}_i v_j}{n} \quad \dots (82-2)$$

وعليه فان مصفوف التباين المشترك اللاحق للـ π هي:

$$\begin{aligned} \text{Var}(\pi) &= E\Omega \otimes (X'X)^{-1} \\ &= \hat{\Omega} \otimes (X'X)^{-1} \end{aligned} \quad \dots (83-2)$$

اذ ان :

$$\hat{\Omega} = E\Omega \text{ بالعناصر } \omega_{ij}$$

وان:

$$E\omega_{ij} = \frac{E\hat{v}_i v_j}{(n-k)} \quad i, j = 1, 2, \dots, m \quad \dots (84-2)$$

ولاثبات ذلك كالاتي: [5]

بما انه:

$$y = Z\pi + v \quad \dots (85-2)$$

$$y = ZE\pi + Ev = Z\hat{\pi} + \hat{v} \quad \dots (86-2)$$

$$\pi - \hat{\pi} = -(Z'Z)^{-1}Z'(v - \hat{v}) \quad \dots (87-2)$$

[7] فان Z' : لان $\hat{v} = 0$

$$\begin{aligned} E(\pi - \hat{\pi})(\pi - \hat{\pi})' &= (Z'Z)^{-1}Z'E(v - \hat{v})(v - \hat{v})'Z(Z'Z)^{-1} \\ &= (Z'Z)^{-1}Z'[E\Omega \otimes X(X'X)^{-1}X']Z(Z'Z)^{-1} \quad \dots (88-2) \end{aligned}$$

$$= E\Omega \otimes (X'X)^{-1}$$

$$= \hat{\Omega} \otimes (X'X)^{-1} \quad \dots (89-2)$$

وحسب الافتراض في المعادلة (89-2) فان:

$$\dots (2-94) V(v) = E(v - \hat{v})(v - \hat{v})' = E\Omega \otimes (X'X)^{-1}X'$$

علماً ان :

$$v - \hat{v} = -Z(\pi - \hat{\pi}) = -Z(Z'Z)^{-1}Z'(v - \hat{v})$$

وهكذا فان :

$$E(v - \hat{v})(v - \hat{v})' = Z(Z'Z)^{-1}Z'E(v - \hat{v})(v - \hat{v})'Z(Z'Z)^{-1}Z' \quad \dots (90-2)$$

معادلة دالية التي يجب ان يتحقق بها $V(v)$. وان المعادلة رقم (90-2) تحقق المعادلة الدالية هذه.

ليكن :

$$E\omega_{ij} = \frac{E\hat{v}_i v_j}{n}$$

$$= E(v - \hat{v})(v - \hat{v})' + \frac{\hat{v}_i v_j}{n}$$

$$= \frac{(kE\omega_{ij} + \hat{v}_i v_j)}{n} \quad \dots (91-2)$$

وهكذا فإن :

$$\hat{\omega}_{ij} = \frac{\hat{v}_i' v_j}{n-k} \quad \dots (92-2)$$

وعليه يمكن تلخيص طريقة تقدير بيز ذات المرحلتين بالآتي:

$$(Z'Z)^{-1}Z'y \quad \text{أو} \quad E\pi_i = \hat{\pi}_i = (X'X)^{-1}X'y_i \quad \dots (2-96) \quad E\pi = \hat{\pi} = A$$

$$V(\pi) = \hat{\Omega} \otimes (X'X)^{-1} \quad \text{أو} \quad Cov(\pi_i, \pi_j) = (X'X)^{-1} \hat{\omega}_{ij} \quad \dots (93-2) \quad B$$

$$\hat{\omega}_{ij} = \frac{\hat{v}_i' v_j}{n-k} \quad \text{اذ ان:}$$

$$Ev_i = y_i - XE\pi_i = y_i - X\hat{\pi}_i = \hat{v}_i \quad \dots (94-2) \quad C$$

$$E\Omega = \hat{\Omega} = \{\hat{\omega}_{ij}\} = \frac{\hat{v}_i' v_j}{n-k} \quad \dots (95-2) \quad D$$

تتوفر العديد من دوال الكثافة الاحتمالية النتروني لـ π و Ω مع العزوم المذكورة انفاً ، مثل دالة الكثافة التي تعظم الإنتروبيا نسبة لـ (A) و (B) هي دالة كثافة احتمالية لها توزيع طبيعي متعدد المتغيرات بمتوسط خطأ في (A) ومصفوفة التباين - التباين المشترك $V(\pi)$ في (B).

يمكن تقديم المزيد من المعلومات الإضافية باستعمال "عينة اولية" ، للمعادلة (2-87) وهي:

$$y_i^0 = X^0 \pi_i + v_i^0, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \dots (96-2)$$

ما عد ذلك افترض (Theil, 1971) y_i^0, X_i^0 و v_i^0 كميات ثابتة ، وعند دمج هذه العينة الاولية مع العينة الفعلية كالاتي:

$$\begin{pmatrix} y_i^0 \\ y_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X^0 \\ X \end{pmatrix} \pi_i + \begin{pmatrix} v_i^0 \\ v_i \end{pmatrix} \quad \dots (97-2)$$

أو :

$$w_i = W \pi_i + \varepsilon_i \quad \dots (98-2)$$

اذ ان:

$$w_i^* = (y_i^{0'} y_i') \quad \dots (99-2)$$

$$W' = (X^{0'} X_i') \quad \dots (95-2)$$

و

$$\varepsilon' = (v^{0'} v'_i) \quad \dots (100-2)$$

ثم مع افتراضات مماثلة لتلك الخطوات المذكورة انفا ، يكون لدينا:

$$\begin{aligned} \hat{\pi}_i &= E \pi_i = (W'W)^{-1}W'w_i \\ &= (X^{0'}X^0 + X'X)^{-1}(X^{0'}y_i^{0'} + X'y_i) \\ &= (X^{0'}X^0 + X'X)^{-1}(X^{0'}\hat{\pi}_{0i} + X'X\hat{\pi}_i) \end{aligned} \quad \dots(101-2)$$

اذ ان :

$$\hat{\pi}_{0i} = (X^{0'}X^0)^{-1} X^{0'}y_i^{0'} \quad \dots(102-2)$$

يمثل القيمة السابقة للـ π_i و

$$\hat{\pi}_i = E \pi_i = (X'X)^{-1}X'y_i \quad \dots(103-2)$$

يمثل متجه مقدرات المربعات الصغرى (34).

اذ ان المعادلة (103-2) يمثل المتوسط اللاحق (*mean posterior*) ويمثل مصفوفة معدلات الاوزان للمتوسط السابق (*mean prior*) $\hat{\pi}_i$ و $\hat{\pi}_{0i}$ واللذان يمثلان تقدير المربعات الصغرى . وحسب المعادلة (103-2) حصل على :

$$\begin{aligned} Cov(\pi_i, \pi_j) &= (W'W)^{-1}Ew_i \\ &= \frac{(X^{0'}X^0 + X'X)^{-1} \tilde{\varepsilon}_i \tilde{\varepsilon}_j}{(n'-k)} \end{aligned} \quad \dots (104-2)$$

اذ أن:

$$\tilde{\varepsilon}_i = w_i - W\hat{\pi}_i \quad \dots (105-2)$$

$$\tilde{\varepsilon}_j = w_j - W\hat{\pi}_j \quad \dots (106-2)$$

اذ ان n_0 يمثل حجم العينة الأولية. و $n' = n + n_0$ و $i, j = 1, 2 \dots m$

4-2-6-2 تقدير بيز ذو الثلاث مراحل (Three stage Bayesian estimation):

ليكن لدينا m من المتغيرات الداخلية (المترابطة) (endogenous) والتي تعتمد على k من المتغيرات الخارجية (التوضيحية) (exogenous). ولنفرض انه كل متغير داخلي يمكن ان يعبر عنه كتركيبية خطية بالمتغيرات الداخلية الأخرى والمتغيرات الخارجية بتشويش ابيض (White Noise) والذي يمثل التداخل التصادفي بين المتغيرات. (31)

ليكن لدينا انموذج المعادلات الآتية الآتي:

$$Y = YA + X\beta + U \quad \dots (107-2)$$

اذ ان :

$$Y = [y^1, y^2, \dots, y^m] \text{ مصفوفة } N \times m \text{ لمشاهدات المتغير العشوائي الداخلي}$$

$$X = [x^1, x^2, \dots, x^k] \text{ مصفوفة } N \times k \text{ لمشاهدات المتغير العشوائي الخارجي لـ } k \text{ من المتغيرات المحددة.}$$

$$U = [u^1, u^2, \dots, u^m] \text{ مصفوفة } N \times m \text{ العنصر الاضطرابي لمنظومة المعادلات الآتية.}$$

$$A \text{ مصفوفة } m \times m \text{ المعاملات المجهولة للمتغير العشوائي الداخلي}$$

$$B \text{ متجه } k \times m \text{ المعاملات المجهولة للمتغير العشوائي الخارجي}$$

ولنفرض ان u_t ، $t = 1, 2, \dots, N$ يتوزع توزيع طبيعي بمتوسط صفر ومصفوفة تباين- تباين مشترك Σ ، وان:

$$E(u_t, u_{t'}) = \delta_{tt'} \Sigma \quad ; \quad t, t' = 1, 2, \dots, N \quad \dots (108-2)$$

اذ ان $\delta_{tt'}$ هو (Kronecker delta) و Σ مصفوفة محددة موجبة pd .

ونفرض بان حدود الخطأ (error term) غير مترابطة بالمتغيرات العشوائية للنظام وليس هنالك تعدد خطي بين متغيرات النظام .

ولتكن $(I - A)$ مصفوفة غير صفرية (Nonsingular) وعليه يكون الشكل المختزل لمنظومة المعادلات الآتية بالشكل الآتي: (27)

$$Y = X\pi + V \quad \dots (109-2)$$

اذ ان :

$$\pi = \beta(I - A)^{-1} \quad \dots (109-2)$$

$$V = u(I - A)^{-1}$$

وان حد الخطأ v_i بالخصائص الآتية:

$$v_i' \sim N(0, \Omega)$$

$$v_i = u_i(I - A)^{-1} \quad \dots (110-2)$$

$$\Omega = ((I - A'))^{-1} \Sigma (I - A)^{-1} \quad \dots (111-2)$$

$$Cov(v_t', v_t) = \delta_{tt'} \Omega \quad ; t't=1,2,\dots,N \quad \dots (112-2)$$

غالبًا ما تستعمل النماذج الكاوسية المختلطة (Gaussian Mixture models) للتعقيد (Clustering). عن طريق التعامل مع تقنيات تحديد الانماط والتي تتعامل مع دوال الكثافة الاحتمالية المعقدة ، وتلك التي تعتمد على الدالة الكاوسية اللبية (kernel Gaussian function) والتي تكون مهمة لنمذجة البيانات التي تكون على شكل عناقيد اذ يتم إنشاؤها بواسطة مجموعة من دوال اللب المختلفة. فاذا تم استعمال ثلاثة دوال لبية مختلفة فانه يمكن بهذه الطريقة اجراء الاستدلال البيزي لمنظومة المعادلات الآنية .

اقترح (Peñalver and Escolano, 2012) طريقة للاستدلال البيزي لمنظومة المعادلات الآنية والتي تعد طريقة تكرارية تبدأ بدالة لبية واحدة (k=1) والتي يتم توفيرها بواسطة العينة وكل تكرار يقابله مركبة جديدة في الخليط بفصل واحدة من الدوال اللبية المستعملة.

ليكن $X = [x_1, x_2, \dots, x_N]$ مجموعة بيانات من N من المشاهدات ، ، يمكن تفسير توزيع الخليط على أنه نموذج متغير كامن يقدم لكل مشاهدة x_n مجموعة من المتغيرات الكامنة الثنائية التي تصف أي نواة للمشاهدة المتولدة من الخليط اذ ان $z_{in} \in \{0, 1\}$ اذ ان $i = 1, 2, \dots, k$ و عدد دوال اللب . وبهذه الطريقة فاذا كان $z_{in} = 1$ فان المركبة i سترفع المشاهدة x_n ويكون $\sum_{i=1}^k z_{in} = 1$.

ان دالة الكثافة الاحتمالية الشرطية للـ X بمعلومية $z = \{z_{in}\}$ هي دالة توزيع طبيعي بمتوسط μ_i ومعكوس مصفوفة التباين T^{-1} اي ان : (27)، (9)

$$P(X/\mu, T, z) = \prod_{i=1}^N \prod_{i=1}^k N(x_n/\mu_i, T_i) \quad \dots (113-120)$$

وان التوزيع المسبق (Prior) للـ z هو حاصل ضرب توزيع متعدد حدود (Multinomial) كالاتي:

$$P(z/\pi) = \prod_{i=1}^N \prod_{i=1}^k \pi_i^{z_{in}} \quad \dots (114-2)$$

ويفترض بالبيانات ان تكون مستقلة . والتوزيع اللاحق المرافق (Conjugate prior) للمتوسط ومعكوس مصفوفة التباين هو :

$$P(\mu) = \prod_{i=1}^k N(\mu_i/0, \beta I) \quad \dots (115-2)$$

اذ ان $N(\mu_i/0, \beta I)$ هو التوزيع الطبيعي و β معلمة ثابتة صغيرة مقابلة للتوزيع الاولي عبر μ

$$P(T) = \prod_{i=1}^k W(v/V) \quad \dots (116-2)$$

اذ ان $W(v/V)$ هو توزيع ويشرت (Wishart distribution) وان V هي معلمة القياس للتوزيع , و v درجة الحرية للتوزيع الاولي عبر T . وعلية فان التوزيع المشترك اللاحق يكون كالاتي:

$$P(X, \mu, T, z/\pi) = P(X/\mu, T, z)P(z/\pi)P(\mu)P(T) \quad \dots (117-2)$$

والهدف هو تحسين معاملات الخلط π عن طريق تعظيم دالة الامكان الحدية الاحتمالية وهذا لايمكن اجراءه تحليلياً لذلك سيتم استعمال طريقة طريقة الاختلاف (Variation method) التي يمكن ان تعطي الحد الادنى للـ $P(X, \mu, T, z/\pi)$ بانشاء توزيع $\varphi(\Theta)$ بدلالة لوغاريتم دالة الامكان الحدية وكالاتي: ((27)، (9))

$$\log P(X/\pi) = \log \sum_z \int P(X, \Theta/\pi) d\Theta$$

$$= \log \sum_z \int \varphi(\Theta) \frac{P(X, \Theta/\pi)}{\varphi(\Theta)} d\Theta \geq \sum_z \int \varphi(\Theta) \log \frac{P(X, \Theta/\pi)}{\varphi(\Theta)} d\Theta = \zeta(\Theta) \quad (118-2)$$

اذا ان: $\Theta = \{\mu, T, z\}$ بسبب ان لوغاريتم دالة الامكان مستقل عن φ ، وسنحتاج الى تعظيم الحد الادنى لدالة الامكان الحدية الحقيقية، فاذا كان تقريب متوسط التوزيع اللاحق يكون بتجزئة Θ كما ياتي:

$$\varphi(\Theta) = \zeta(z)\zeta(\mu)\zeta_T(T) \quad \dots (119-2)$$

وبالاعتماد على التعبير في معادلة (2-123) والمعادلة (2-124) وتعويضهما في المعادلة (2-125) فان الحد الادنى $\zeta(\Theta)$ يمكن ان الحصول عليه كالاتي:

$$\zeta(\Theta) = (\log P(X/\mu, T, z)) + \log P(z) + \log P(\mu) + \log P(T) - (\log \phi_Z(z)) - (\log \phi_\mu(\mu)) - (\log \phi_T(T)) \quad \dots (120-2)$$

يتم الحصول على تقدير معاملات الخلط π في الخليط عن طريق تعظيم الحد الأقصى في (2-127) نسبة الى π باستعمال خوارزمية تعظيم التوقع (EM) (*Expectation maximization*) ، وبعد كل تكرار في (EM) يجب ألا تتناقص قيمة $\zeta(\Theta)$. هذه الحقيقة والتقارب المحتمل لبعض المعاملات للصفر تستعملان كلاهما كاختبار لرتبة الانموذج ومعيار لتوقف الخوارزمية.

في كل تكرار ، تقارن الخوارزمية باستعمال دالة الانتروبيا الخاصة مع دالة كثافة الاحتمال الأساسية لكل نواة في الخليط فيما يتعلق بالانتروبيا النظرية لـ (*Gaussian*) ويتم اختيار المركبة الرديئة من اذ النقص الكاوسي (*Gaussian deficiency*) (GD). لذلك ، من المفترض أن يكون هذا المكون هو المكون الذي يحتوي على اختلاف أكبر في المكون مع الغاوسي الحقيقي. بعد ذلك ، يتم حذف أسوأ نواة معدلة واستبدالها بنواة جديدة منفصلة بشكل كاف عن بعضها البعض. لحساب GD للمكون ، من الضروري تقدير الانتروبيا لهذا المكون باستعمال مقدر (*Leonenko*) وهو مقدر انتروبي للشبكات العصبية بالصنف k (*k neural network entropy estimator*) المستند على صيغة دالة شانون انتروبي (Shannon Entropy) الآتية: (27)، (9)

$$H(X) = - \int f(x) \log f(x) dx \quad \dots (121-2)$$

والمعادلة يمكن اعتبارها كتقريب لـ $\log f(x)$ ، اذ ان $f(x)$ هي دالة الكثافة الاحتمالية المتوفرة.

وفي حالة تقدير $H(X)$ فان التوزيع الاحتمالي $P_k(\varepsilon)$ للمسافة بين العينة x_i والنقطة k -NN وبهذه الطريقة ، إذا اعتبرنا كرة قطرها ε متمركزة عند x_i ، وكانت هناك نقطة على مسافة $\frac{\varepsilon}{2}$ ، فهناك نقطة $K-1$ أخرى أقرب إلى x_i ، و $N - k - 1$ نقطة بعيداً عنها (Cho, M. (2015))

$$P_k(\varepsilon) d\varepsilon = k \binom{N-1}{k} \frac{dp_i(\varepsilon)}{d\varepsilon} p_i^{k-1} (1 - p_i)^{N-k-1} \quad \dots (122-2)$$

اذ ان:

p_i هو كتلة الكرة ε

$$p_i(\varepsilon) = \int_{\|\zeta - x_i\| < \frac{\varepsilon}{2}} f(\zeta) d\zeta \quad \dots (123-2)$$

ويمكن التعبير عن $p_i(\varepsilon)$ كالآتي:

$$p_i(\varepsilon)d\varepsilon = \psi(k) - \psi(N) \quad p_i(\varepsilon) = \int_0^\infty P_k(\varepsilon) \log \dots (124-2)$$

اذ ان $\psi(\cdot)$ هي داي كما $\Gamma'(\alpha)$ (Digamma) المشتقة الاولى لدالة كما (Gamma function) والتي هي :

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty p^{\alpha-1} e^{-p} dp \quad \dots (125-2)$$

اذا افترضت $f(x)$ ثابتة للكرة ε سنعتبر تقريبا للـ $p_i(\varepsilon)$ كالآتي:

$$p_i(\varepsilon) \approx \frac{V_d}{2^d} \varepsilon^d \mu(x_i) \quad \dots (126-2)$$

اذ ان :

d هو البعد

V_d حجم وحدة الكرة ويتوزع باينوميل $B(0, 1)$ ويعرف كالآتي:

$$V_d = \frac{\frac{d}{\pi^{d/2}}}{\Gamma(\frac{d}{2}+1)} \quad \dots (127-2)$$

وعليه فان تقريبا $\log f(\varepsilon)$ يكون كالآتي:

$$\log f(\varepsilon) \approx \psi(k) - \psi(N) - dE(\log \varepsilon) - \log\left(\frac{V_d}{2^d}\right) \quad \dots (128-2)$$

وان تقدير $H(X)$ يكون كالآتي:

$$\hat{H}(X) = \psi(k) - \psi(N) + \log\left(\frac{V_d}{2^d}\right) + \frac{d}{N} \sum_{i=1}^N \log \varepsilon_i \quad \dots (129-2)$$

اذ ان: $\varepsilon_i = 2\|x_i - x_j\|$

وهو المسافة مرتين بين العينة x_i والعينة x_j k-NN [3].

الفصل الثالث

الجانب التجريبي

3-1 تمهيد: (Preface) :

تعد نماذج المعادلات الأنية (SEM) من التقنيات الإحصائية التي تستعمل على نطاق واسع في العلوم الاقتصادية لنمذجة علاقة التزامن بين المتغيرات. وتم استعمال هذه التقنية أيضاً في مجالات أخرى مثل علم النفس أو الطب. ومن ثم ، فإن تطبيق طرائق تقدير جديدة يعد من الامور المهمة في البحث العلمي.

في هذا الفصل تم اجراء تجارب محاكاة مونت- كارلو لاختبار طرائق التقدير التي تم عرضها في الفصل الثاني من الرسالة والمقارنة بينها باستعمال ثلاثة معايير للمقارنة وهي $ACC_{D_{88}}$ ومعيار معلومات اكاكي AIC ومعيار الانتروبيا $H(e)$ لإختيار أفضل طريقة لتقدير منظومة المعادلات الأنية.

3-2 مفهوم المحاكاة: (Simulation Concept) :

هناك العديد من النظريات الإحصائية التي يصعب تحليلها رياضياً لما تواجهها من مشكلات ومعضلات تحول دون التوصل إلى البرهان الرياضي لها، إذ كثيراً ما نجد في الواقع الحقيقي أن هناك عمليات تكون معقدة الفهم والتحليل لذلك فمن الأفضل أن توصف هذه العمليات بصورة مشابهة للصور الحقيقية بنماذج معينة، ففهم الإنمذج يحقق لنا قدراً من الإدراك للعملية الأصلية أو الواقع الحقيقي عن طريق محاكاة الإنمذج، ومن الطبيعي أن درجة المشابهة بين أي تجربة محاكاة والواقع الحقيقي تعتمد على مدى مطابقة أو مشابهة إنمذج المحاكاة للنظام الحقيقي. وبشكل مختصر وبصورة عامة يمكن تلخيص أسلوب المحاكاة بكونه أسلوب يتم عن طريقه إيجاد إنمذج جديد مماثل إلى الإنمذج الحقيقي من دون محاولة الحصول عليه. (6)

يمكن تعريف المحاكاة بأنها عملية تمثيل أو تقليد للواقع الحقيقي باستعمال نماذج معينة وبتعبير آخر يمكن أن تُعرّف المحاكاة على أنها "عملية إعطاء صورة بديلة لنظام من دون إعطاء صورة ذلك النظام، الذي هو عبارة عن علاقة دالية تشمل مجموعة من الأجزاء التي تعرف بأنها مكونات ذلك النظام".

تطور أسلوب المحاكاة بتطور الحاسبات مما وفر على الباحثين والدارسين الكثير من الجهد والمال والوقت، وذلك عن طريق الاستعانة بالحاسبات الألكترونية لتكوين المشاهدات المطلوبة من دون اللجوء للحصول عليها ميدانياً ودون الاخلال بالنتائج المطلوبة ودقتها، وغالباً ما يستعمل أسلوب المحاكاة لملاحظة التغيرات التي طرأت على صياغة المشكلة عند تنفيذها عملياً، فضلاً عن اعتباره أسلوباً للاختبار قبل تطبيق التجربة على بيانات واقعية. وإن أسلوب المحاكاة يسهل الكثير من العمليات الرياضية

في الجوانب النظرية التي قد تحتاج إلى جهد نظري لاشتقاقها، وذلك بإيجاد حلول لبعض التكاملات والمعادلات التفاضلية المعقدة. (29) (6)

ومن أهم طرائق المحاكاة وأكثرها شيوعاً في التحليل طريقة مونت-كارلو (Monte - Carlo) التي تستعمل في توليد مشاهدات لمعظم التوزيعات الاحتمالية المعروفة، وتعتمد منهجية طريقة مونت كارلو على قابلية الحاسبات الألكترونية في توليد الاعداد العشوائية التي تحاكي العملية العشوائية لتوليد بيانات معينة، وقد استُعملت على نطاق واسع في معظم المجالات العلمية وخاصة عند استعمال تكرار المحاكاة للإنموذج المدروس، وأن عدد المكررات يعتمد على تقنيات الحاسبات المستعملة، ومن ثمّ استعمال الأسلوب المناسب لغرض المقارنة بين الطرائق الرياضية والإحصائية المختلفة.

3-3 وصف تجارب المحاكاة: (Describe of Simulation Experiments):

اعتمد أسلوب المحاكاة مونت - كارلو (Monte-Carlo Simulation) لغرض اختبار طرائق التقدير التي تم عرضها في الفصل الثاني من الرسالة وفقاً للمراحل الآتية:

المرحلة الأولى: توليد إنموذج المحاكاة:

في هذه المرحلة تم وصف خطوات توليد انموذج بمنظومة المعادلات الآتية والتي سيتم الاعتماد عليه في محاكاة طرائق التقدير ووفق الخطوات الآتية:

1. توليد مصفوفة المتغيرات الداخلية (Endogenous Variables):

في هذه الخطوة تم توليد مصفوفة المتغيرات الداخلية $Y \in R^{m \times 1}$ من التوزيع الطبيعي (Normal Distribution) بمتوسط $\mu = 0$ وقيم تباين $(0.1, 0.8, 2.5, 8)$ $\sigma^2 =$.

2. توليد مصفوفة المتغيرات الخارجية (Exogenous Variables):

في هذه الخطوة تم توليد مصفوفة المتغيرات الخارجية $X \in R^{k \times 1}$ من التوزيع الطبيعي المتعدد المتغيرات (Multivariate Normal Distribution) بمتجه متوسطات $\mu' = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k)$ ومصفوفة تباين - تباين مشترك $\Sigma_{k \times k}$.

3. توليد قيم مصفوفة معاملات منظومة المعادلات الآتية:

تم توليد قيم مصفوفة معاملات منظومة المعادلات الآتية β ، γ إذا ان $\beta \in R^{m \times m}$ و $\gamma \in R^{m \times k}$ عشوائياً عن طريق التوزيع المنتظم المستمر بالفترة $[0, 10]$.

4. توليد مصفوفة التشويش الابيض $U \in R^{m \times 1}$ من التوزيع الطبيعي المتعدد المتغيرات (Multivariate Normal Distribution) بمتجه متوسطات $\mu' = (0,0, \dots, 0)$ ومصفوفة تباين – تباين مشترك Σ_{kxk} . (31), (6)

المرحلة الثانية: اختيار نماذج المعادلات الآتية التي سيتم استعمالها في المحاكاة:

وتم اختيار إنموذجين افتراضيين لمنظومة المعادلات الآتية تضمنت المعادلات المكونة للمنظومة مشخصة (Identify) لضمان تطبيق جميع طرائق التقدير وهي :

الإنموذج الأول :

تضمنت الإنموذج تم اختيار $m=10$ و $k=20, 40, 60$

الإنموذج الثاني :

تضمنت الإنموذج تضمن اختيار $m=15$ و $k=30, 50, 70$

كل إنموذج طبق عند كل قيم التباين $(0.1, 0.8, 2.5, 8) = \sigma^2$

المرحلة الثالثة: اختيار احجام العينات التي تم استعمالها لكل إنموذج وكما يأتي:

$n=10, 100, 400, 1000$

المرحلة الرابعة: تطبيق طرائق التقدير على نماذج المعادلات الآتية التي تم توليدها عشوائياً وكما يأتي:

1. طريقة المربعات الصغرى الخطية ذات المرحلتين (Two Stage Least square method) (LS_{2s})

في الخطوة الأولى لهذه الطريقة تم تطبيق المعادلة (2-21) الآتية :

$$\hat{\gamma}_j = (X_t' X_t)^{-1} X_t' y_{jt} \quad \dots (1-3)$$

لايجاد تقدير معالم المنظومة بطريقة المربعات الصغرى الاعتيادية ومنها تم ايجاد تقديرات \hat{y}_{jt} بتطبيق المعادلة (2-23) الآتية:

$$\hat{y}_{jt} = X_t \hat{\gamma}_j$$

$$= X_t(X_t'X_t)^{-1}X_t'y_{jt} \quad \dots (2-3)$$

في الخطوة الثانية تم وضع \hat{y} المقدرة في الخطوة الأولى بدلالة قيم y في منظومة المعادلات الآتية ومن ثم تم تطبيق طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية مرة ثانية في تقدير معاملات منظومة المعادلات الآتية بتطبيق المعادلة (2-25) الآتية:

$$\hat{\alpha}_j = \begin{bmatrix} \tilde{B}_j \\ \tilde{\gamma}_j \end{bmatrix}_{2SLS} = \begin{bmatrix} \hat{Y}_t' \hat{Y}_t & \hat{Y}_t' X_t \\ X_t' \hat{Y}_t & X_t' X_t \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \hat{Y}_t' y_{jt} \\ X_t' y_{jt} \end{bmatrix} \quad \dots (3-3)$$

ويتعويض قيم المعلمات المقدرة $\hat{\alpha}_j$ يتم الحصول على قيم \hat{y}_{jt} المقدرة بطريقة LS_{2S} .

2. طريقة المربعات الصغرى الخطية ذات الثلاث مراحل (Three Stage Least square) (LS_{3S}) (method)

في الخطوة الأولى ترتب المتغيرات المعتمدة والمتغيرات التوضيحية بوضع المتغيرات المعتمدة ضمن مصفوفة جزئية مثل y والمتغيرات التوضيحية والمرتدة زمنياً ضمن مصفوفة جزئية x اذ وضع هاتين المصفوفتين الجزئيتين في المصفوفة Z اذ ان: (3), (6)

$$y = [y_1 \ y_2 \ y_3 \ \dots \ y_G]$$

$$x = [x_1 \ x_2 \ x_3 \ \dots \ x_k]$$

$$Z_j = [y' s \quad X' s], \quad j = 1, 2, \dots, G$$

في الخطوة الثانية اجراء انحدار y على x ومن ثم حساب مجاميع المربعات وحواصل الضرب للمتغيرات كافة أي $(x'x, y'y, x'y)$ وكذلك $y'x(x'x)^{-1}x'y$ والتي تمثل مجاميع المربعات وحواصل الضرب الناتجة .

في الخطوة الثالثة تم حساب تقديرات المربعات الصغرى ذات المرحلتين (2SLS) لكل معادلة من معادلات المنظومة بتطبيق المعادلة (3-3) ومن ثم تقدير مصفوفة العزوم للاخطاء الهيكلية (TS_{jj'}) اذ ان T تمثل عدد المشاهدات لكل متغير.

$$TS_{jj'} = \hat{U}'\hat{U} = Y_L'Y_L - Y_L'Y_R C - C'Y_R'Y_L + C'Y_R'Y_R C - B'x_R'x_R B \quad \dots (4-3)$$

ومنها تم حساب تقديرات معاملات (3SLS) وذلك باختيار قيم مناسبة للمصفوفات الجزئية وضربها بعناصر المصفوفة S_{jj} فينتج لدينا عمود متكون من عدد من الصفوف تمثل مقدرات (3SLS).

ويتعويض قيم المعلمات المقدرة $\hat{\alpha}_j$ يتم الحصول على قيم \hat{y}_{ji} المقدرة بطريقة LS_{3S}.

3. طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات المرحلتين (Non-Linear Two Stage Least)

الخطوة الأولى تم تطبيق طريقة المربعات الصغرى العامة (GLS) على المصفوفة

$$Z_j = [y' s \quad X' s], j = 1, 2, \dots, G$$

الصغرى ذات المرحلتين اللاخطية (NL2SLS) بتصغير المقدار (2-55) الآتي:

$$\Phi\alpha = (y - f)X(X'X)^{-1}X'(y - f) \quad \dots (5-3)$$

في الخطوة الثانية تم تصغير المعادلة (3-4) يكون ذلك باستعمال طريقة (Gauss-Newton) بتطبيق المعادلة (2-56) وكالاتي:

$$\hat{\alpha}_{(n)} = \hat{\alpha}_{(n-1)} + \left[\frac{\partial f'}{\partial \alpha} X(X'X)^{-1}X' \frac{\partial f}{\partial \alpha'} \right]^{-1} \frac{\partial f'}{\partial \alpha} X(X'X)^{-1}X'(y - f) \quad \dots (6-3)$$

ويتعويض قيم المعلمات المقدرة $\hat{\alpha}_j$ يتم الحصول على قيم \hat{y}_{ji} المقدرة بطريقة NLLS_{2S}.

4. طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل (Non-Linear Three Stage Least)

(NLLS_{3S}) (square method)

في الخطوة الأولى تم تطبيق طريقة المربعات الصغرى العامة (GLS) على المصفوفة

$$Z_j = [y' s \quad X' s], j = 1, 2, \dots, G$$

ذات المرحلتين اللاخطية (NL2SLS) بتصغير المقدار (2-54) الآتي:

$$\Phi\alpha = (y - w\delta)[S^{-1}X(X'X)^{-1}X'](y - w\delta) \quad \dots (7-3)$$

في الخطوة الثانية تم تصغير المعادلة (3-4) يكون ذلك باستعمال طريقة (Gauss-Newton) بتطبيق

المعادلة (2-58) وكالاتي:

$$\hat{\alpha}_{(n)} = \hat{\alpha}_{(n-1)} + \left[\frac{\partial f'}{\partial \beta} S^{-1}X(X'X)^{-1}X' \frac{\partial f}{\partial \alpha'} \right]^{-1} \frac{\partial f'}{\partial \alpha} S^{-1}X(X'X)^{-1}X'(y - w\delta) \quad \dots (8-3)$$

ويتعويض قيم المعلمات المقدرة $\hat{\alpha}_j$ يتم الحصول على قيم \hat{y}_{ji} المقدرة بطريقة NLLS_{3S}.

5. طريقة بيز ذات المرحلتين (Bayesian Two Stage method) (Bayes_{2S})

بالاعتماد على المعادلات الآتية تم ايجاد تقديرات بيز لمعلمات انموذج منظومة المعادلات الانية وكالاتي:

$$E. E\pi = \hat{\pi} = (Z'Z)^{-1}Z'y \quad \text{او} \quad E\pi_i = \hat{\pi}_i = (X'X)^{-1}X'y_i \quad \dots (9-3)$$

$$F. V(\pi) = \hat{\Omega} \otimes (X'X)^{-1} \quad \text{او} \quad Cov(\pi_i, \pi_j) = (X'X)^{-1} \hat{\omega}_{ij} \quad \dots (10-3)$$

اذ ان: $\hat{\omega}_{ij} = \frac{\hat{v}_i'v_j}{n-k}$

$$G. Ev_i = y_i - XE\pi_i = y_i - X\hat{\pi}_i = \hat{v}_i \quad \dots (11-3)$$

$$H. E\Omega = \hat{\Omega} = \{\hat{\omega}_{ij}\} = \frac{\hat{v}_i'v_j}{n-k} \quad \dots (12-3)$$

تتوفر العديد من دوال الكثافة الاحتمالية الانتروبي لـ π و Ω مع العزوم المذكورة انفاً ، مثل دالة الكثافة التي تعظم الإنتروبيا نسبة لـ (A) و (B) هي دالة كثافة احتمالية لها توزيع طبيعي متعدد المتغيرات بمتوسط خطأ في (A) ومصفوفة التباين – التباين المشترك $V(\pi)$ في (B).

6. طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل (Bayesian Three method)

(Bayes_{3S})

في هذه الطريقة تم تقدير منظومة المعادلات الانية باستعمال الطريقة التي اقترحت من قبل (Peñalver) and Escolano, 2012 والتي تعد طريقة تكرارية تبدأ بدالة لبية واحدة ($k=1$) والتي يتم توفيرها بواسطة العينة وكل تكرار يقابله مركبة جديدة في الخليط بفصل واحدة من الدوال اللبية المستعملة فانه يتم الحصول على مقدرات منظومة المعادلات الانية عن طريق تعظيم الدالة الآتية:

$$\zeta(\Theta) = (\log P(X/\mu, T, z)) + \log P(z) + \log P(\mu) + \log P(T) - (\log \phi z(z)) - (\log \phi \mu(\mu)) - (\log \phi T(T)) \quad \dots (13-3)$$

4-3 معايير المقارنة: (Comparing Criteria):

لغرض المقارنة بين طرائق التقدير المستعملة تم استعمال المعايير الآتية:

1-4-3 معيار معلومات اكاكي: (Akaike's Information Criteria)

يستعمل معيار معلومات اكاكي (AIC) كمقياس لجودة كل انموذج مقارنة بالانماذج الأخرى وبذلك فهو يعد كمعيار لاختبار الانموذج . ان الصيغة الرياضية لهذا الاختبار كالاتي:

$$AIC = n \ln(|\widehat{\Sigma}_e|) + 2 \sum_{i=1}^m (m_i + k_i - 1) + m(m + 1) \quad \dots (14-3)$$

اذ ان :

m عدد المعادلات في منظومة المعادلات الآنية

m_i المتغير الداخلي في المعادلة i

k_i المتغير الخارجي في المعادلة i

$$\widehat{\Sigma}_e \text{ مصفوفة التباين-التباين المشترك للاخطاء } e = Y_j - \hat{Y}_j \text{ وان } j = 1, 2, \dots, m$$

(12)، (3)

2-4-3 معيار إنتروبييا: (Entropy Criteria)

يعد معيار إنتروبييا (Entropy) كمقياس بديل لمعيار معلومات اكايكي (AIC) ويرتبط ارتباط وثيق بمعلومات بيز اكايكي ويعد معيار لجودة المعادلات الآنية الذي يستند على الإنتروبييا والتي تعتبر من الدوال التي تدخل في سياق الاضطرابات وعدم التاكيد والعشوائية .

ان دالة الإنتروبييا لشانون (Shannon Entropy) كالآتي:

$$H_S(x) = - \sum_{i=1}^n p(x) \log p(x) \quad \dots (15-3)$$

وقد طورت هذه المعادلة من قبل (Amigo, 2018) لتسمح بالقيم الصغيرة للـ $p(x)$ في التوزيع وعبر عنها بالآتي:

$$H_A(x) = \prod_{i=1}^n (2 - (p_i)^{p_i}) \quad \dots (16-3)$$

وبما ان انموذج المعادلات الآنية له m من المعادلات بعدد المتغيرات الداخلية نفسها. فان تطبيق دالة الإنتروبييا لكل معادلة في الانموذج المقدر نحصل على :

$$H_j(e) = \prod_{i=1}^n (2 - (p_i)^{p_i}) \quad ; j=1, 2, \dots, m \quad \dots (17-3)$$

اذ ان :

n حجم العينة

m عدد المعادلات في منظومة المعادلات الانية ويساوي عدد المتغيرات الداخلية في المنظومة

$$p_{ij} = \frac{e_{ij}}{\sum_{i=1}^n e_{ij}}$$
 لكل متغير داخلي

وان p_{ij} هو كتلة الخطأ (Error Mass) لكل متغير داخلي ويحسب من مصوفة الاخطاء عن طريق الفرق بين المتغيرات الداخلية وتقديراتها اي ان $e = Y_j - \hat{Y}_j$ وان $j = 1, 2, \dots, m$ لكل طريقة تقدير . وأخيراً فان معيار الإنتروبيا باخذ معدل لوغاريتم المعادلة (3-4) يحسب كالآتي:

$$H(e) = \frac{\sum_{j=1}^m \ln(H_j(e))}{m} ; j=1, 2, \dots, m \quad \dots (18-3)$$

ويتم الوصول إلى الحد الأدنى لقيمة $H(e)$ عندما تكون e_{ij} متجانسة ، لذلك تكون \hat{Y}_{ij} قيم أكثر توازناً.

(12)، (3)

3-5 نتائج تحليل تجارب المحاكاة: (Simulation Experiments Analysis results)

الجدول الاتية تمثل نتائج تحليل تجارب المحاكاة وفق طرائق التقدير وكما يأتي:

جدول (1-3) المعدل والانحراف المعياري لمعيار معلومات اكاكي AIC ، والانتروبيا $H(e)$

لطرائق تقدير منظومة المعادلات الانية عندما $\sigma^2 = 0.1$ للنموذج الأول

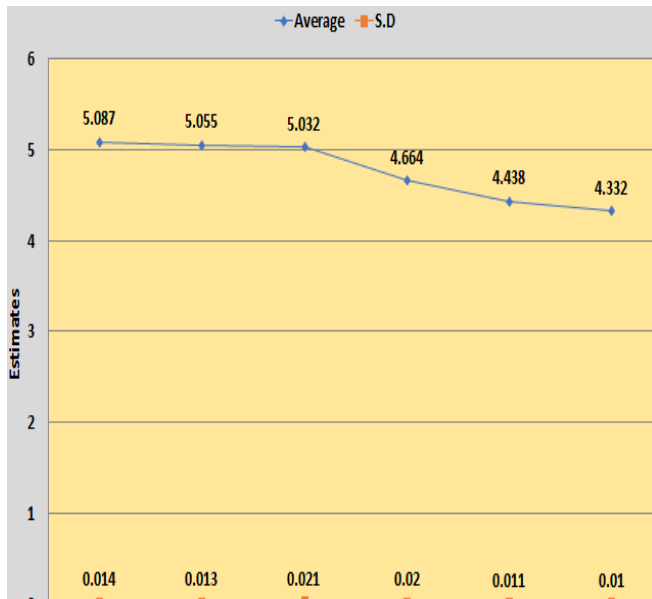
m	k	N		LS _{2S}	LS _{3S}	NLLS _{2S}	NLLS _{3S}	Bayes _{2S}	Bayes _{3S}
10	20	100	AIC	786.333	768.211	768.210	768.066	768.054	765.125
				343.886	343.4454	343.214	343.014	234.33	221.234
			H(e)	2.788	2.345	2.225	2.125	1.4322	1.3263
				0.087	0.056	0.043	0.041	0.021	0.0111
Best			Bayes _{3S}						
10	20	100	AIC	2244.734	2122.657	2045.657	1998.333	1991.322	1986.264
				877.561	788.549	785.665	667.702	664.435	663.454
			H(e)	5.087	5.055	5.032	4.664	4.438	4.332
				0.014	0.013	0.021	0.020	0.011	0.010
Best			Bayes _{3S}						
10	40	100	AIC	2345.454	2235.333	2132.450	1995.344	1897.454	1883.321
				887.482	795.452	788.545	712.876	711.455	668.455
			H(e)	5.044	5.034	5.012	4.678	4.231	4.111

				0.013	0.012	0.011	0.011	0.010	0.008
Best				Bayes _{3S}					
10	60	400	AIC	2367.378	2256.333	2144.544	1998.355	1812.221	1834.322
				899.566	878.589	868.435	833.344	688.421	668.455
			H(e)	5.034	5.021	5.011	4.655	4.109	4.116
				0.013	0.012	0.011	0.009	0.008	0.015
Best				Bayes _{2S}					
10	20	400	AIC	2789.390	2787.349	2568.333	2093.489	1997.278	1999.789
				1200.222	1200.343	1100.336	1100.131	1000.609	1000.908
			H(e)	4.123	4.119	4.097	4.065	4.003	4.015
				0.009	0.008	0.006	0.005	0.003	0.004
Best				Bayes _{2S}					
10	40	400	AIC	2456.457	2422.389	2345.546	2100.334	2000.333	2000.008
				900.478	900.565	900.221	900.113	889.898	887.409
			H(e)	5.112	5.109	5.065	4.788	4.557	4.2333
				0.046	0.034	0.022	0.018	0.016	0.013
Best				Bayes _{3S}					
10	60	400	D_{δδ}	50.555	50.678	50.556	48.455	44.445	44.778
				15.322	15.225	15.211	14.556	13.334	13.466
			AIC	2899.677	2897.433	2887.443	2867.333	2557.447	2557.897
				1034.478	1034.234	1034.133	1034.111	1022.445	1022.889
			H(e)	4.222	4.213	4.111	4.044	4.006	(4.019
				0.018	0.025	0.044	0.022	0.011	(0.014
Best				Bayes _{2S}					
10	20	1000	AIC	2899.677	2897.433	2887.443	2867.333	1467.677	1456.579
				1034.478	1034.234	1034.133	1034.111	899.787	879.788
			H(e)	4.677	4.445	4.323	4.113	3.889	3.668
				0.078	0.166	0.135	0.122	0.007	0.004
Best				Bayes _{3S}					
10	40	1000	AIC	2845.455	2812.333	2876.325	2866.335	1466.338	1466.111
				1033.222	1011.322	1000.221	1000.112	877.692	977.221
			H(e)	4.558	4.345	4.211	4.112	3.682	3.554
				0.066	0.155	0.112	0.101	0.006	0.003
Best				Bayes _{2S}					
10	60	1000	AIC	2764.389	2766.346	2678.322	2566.389	1433.490	1422.282
				1000.458	1000.444	1000.564	1000.455	900.556	900.112
			H(e)	4.457	4.224	4.222	4.115	3.566	3.444
				0.066	0.042	0.012	0.009	0.005	0.002

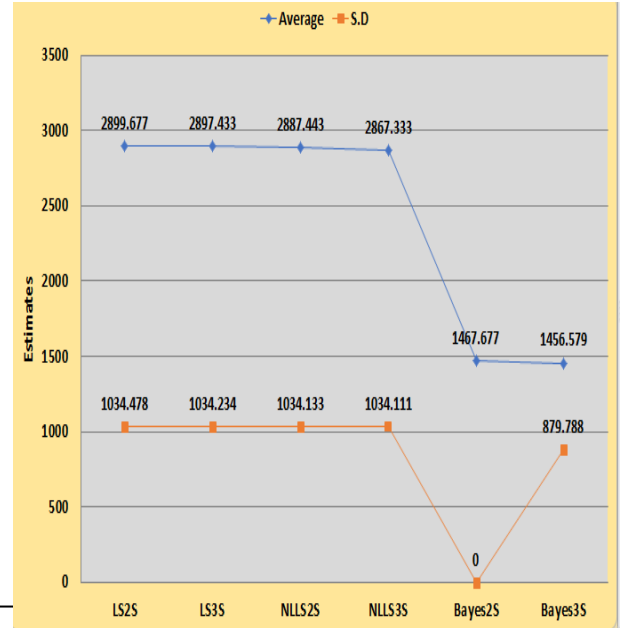
Best	Bayes _{3S}
------	---------------------

من جدول (1-3) يتضح ما يأتي:

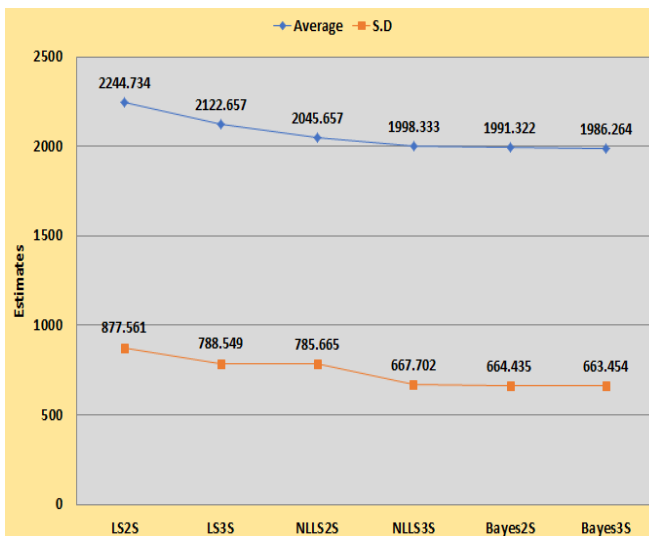
1. حقق معيار AIC اعلى قيمة له عند طريقة بيز ذات المرحلتين وذات الثلاث مراحل ولكنه تقل قيمته كلما زاد حجم العينة . وهذا يدل على انه كلما زاد تعقيد طريقة تقدير المعادلات الآنية زاد معها ACC كلما قل حجم العينة.
2. عند حجم عينة (n=10) و قيم (m=10 , k=20) حققت طريقة بيز ذات الثلاث مراحل (Bayes_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان (AIC) لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
3. عند حجم عينة (n=100) و قيم (m=10, 40 , k=20, 40) حققت طريقة بيز ذات الثلاث مراحل (Bayes_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
4. عند حجم عينة (n=100) و قيم (m=10 , k=60) حققت طريقة بيز ذات المرحلتين (Bayes_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
5. عند حجم عينة (n=400) و قيم (m=10 , k=20, 60) حققت طريقة بيز ذات المرحلتين (Bayes_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
6. عند حجم عينة (n=400) و قيم (m=10 , k=40) حققت طريقة بيز ذات الثلاث مراحل (Bayes_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
7. عند حجم عينة (n=1000) و قيم (m=10 , k=20, 40, 60) حققت طريقة بيز ذات الثلاث مراحل (Bayes_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).



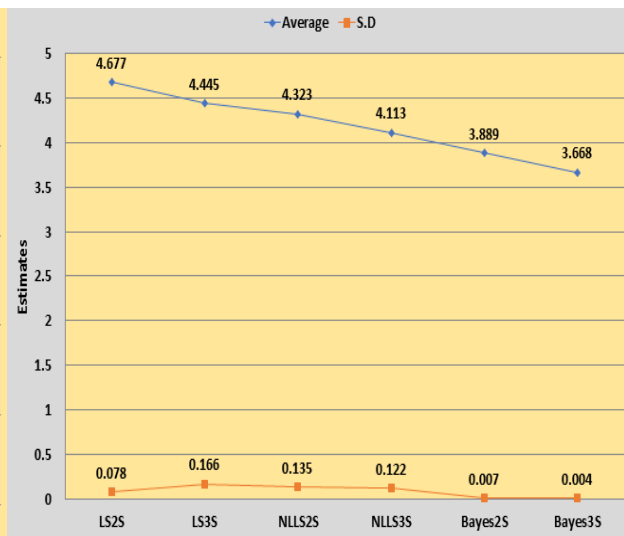
شكل (3-1) المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 0.1$ النموذج الأول (m=10, k=20, n=100)



شكل (3-2) المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 0.1$ للنموذج الأول (m=10, k=20, n=1000)



شكل (3-4) د معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 0.1$ للنموذج الأول (m=10, k=20, n=1000)



شكل (3-4) معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 0.1$ للنموذج الأول (m=10, k=20, n=1000)

جدول (2-3) المعدل والانحراف المعياري لمعيار معلومات اكاكي AIC ، والانتروبيا H(e) لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2 = 0.8$ للنموذج الثاني

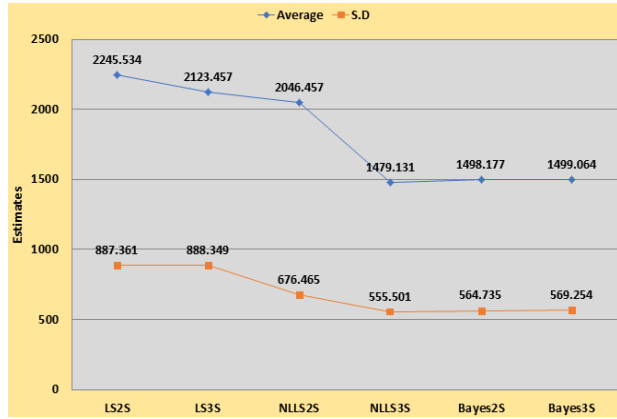
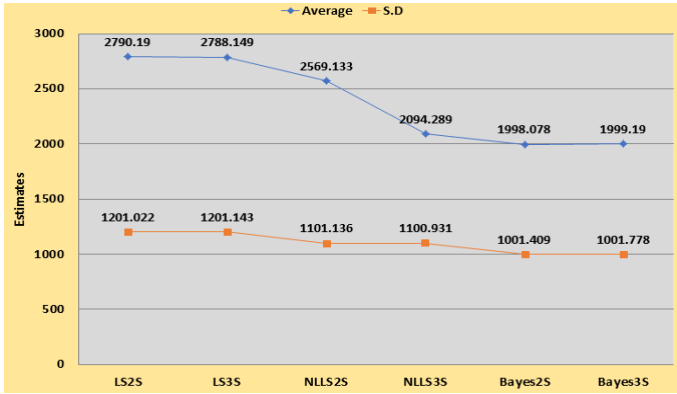
m	k	n		LS _{2S}	LS _{3S}	NLLS _{2S}	NLLS _{3S}	Bayes _{2S}	Bayes _{3S}
10	20	100	AIC	657.678	657.434	657.333	657.112	657.321	456.222
				278.899	278.834	278.349	278.453	244.768	234.345
			H(e)	2.666	2.564	2.435	2.322	1.4311	1.235
				0.068	0.048	0.046	0.044	0.033	0.0011
Best									
10	20	100	AIC	2790.19	2788.149	2569.133	2094.289	1998.078	1999.19
				1201.022	1201.143	1101.136	1100.931	1001.409	1001.778
			H(e)	4.923	4.919	4.897	4.865	4.803	4.823
				0.809	0.808	0.806	0.805	0.803	0.809
Best									
10	40	100	AIC	2457.257	2423.189	2346.346	2101.134	2001.133	2000.257
				901.278	901.365	901.021	900.913	890.698	888.278
			H(e)	5.912	5.909	5.865	5.588	5.357	5.112
				0.846	0.834	0.822	0.818	0.816	0.746
Best									
10	60	400	AIC	2900.477	2898.233	2888.243	2868.133	2558.247	2400.477
				1035.278	1035.034	1034.933	1034.911	1023.245	1035.676
			H(e)	5.022	5.013	4.911	4.844	4.106	4.222
				0.818	0.825	0.844	0.822	0.811	0.818
Best									
10	20	400	AIC	2901.507	2899.263	2889.273	2566.507	2869.163	3212.544
				1036.308	1036.064	1035.963	901.617	1035.941	1234.454
			H(e)	6.507	6.275	6.153	5.719	5.943	6.507
				1.908	1.996	1.965	1.837	1.952	1.999
Best									
10	40	400	AIC	2848.055	2814.933	2878.925	2468.938	2868.935	2888.899
				1035.822	1013.922	1002.821	880.292	1002.712	1055.766
			H(e)	7.158	6.945	6.811	6.282	6.712	8.889
				2.666	2.755	2.712	2.606	2.701	4.778
Best									
10	60	400	AIC	2900.477	2898.233	2888.243	2268.133	2558.247	2558.697
				1035.278	1035.034	1034.933	1011.911	1023.245	1023.689
			H(e)	5.022	5.013	4.911	4.644	4.806	4.819

				0.818	0.825	0.844	0.722	0.811	0.814
Best									
10	20	1000	AIC	2346.354	2236.233	2133.35	1996.244	1898.354	2346.354
				888.382	796.352	789.445	713.776	712.355	888.382
			H(e)	5.944	5.934	5.912	5.578	5.131	5.944
				0.913	0.912	0.911	0.911	0.91	0.913
Best									
10	40	1000	AIC	2368.678	2257.633	2145.844	1813.521	2343.678	2045.344
				900.866	879.889	869.735	789.721	765.644	699.677
			H(e)	6.334	6.321	6.311	5.409	7.955	7.911
				1.313	1.312	1.311	1.308	0.899	0.889
Best									
10	60	1000	AIC	2245.534	2123.457	2046.457	1479.131	1498.177	1499.064
				887.361	888.349	676.465	555.501	564.735	569.254
			H(e)	9.887	9.855	5.832	5.164	6.238	6.132
				0.914	0.991	0.721	0.541	0.611	0.561
Best				NLLS _{3S}					

من جدول (2-3) يتضح ما يأتي:

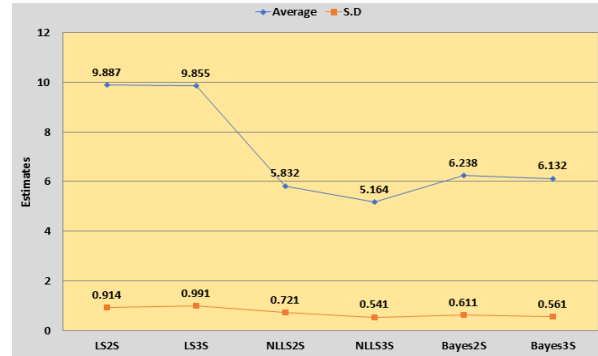
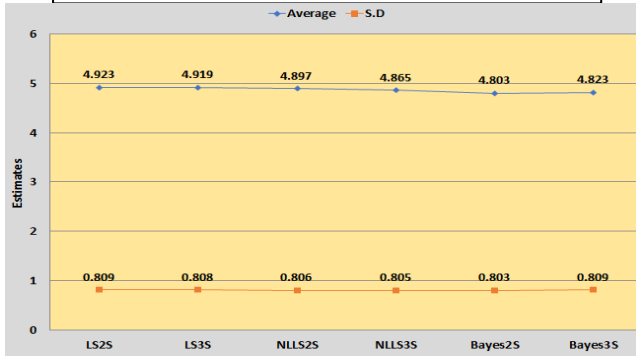
1. حقق معيار AIC اعلى قيمة له عند طريقة بيز ذات المرحلتين وذات الثلاث مراحل ولكنه تقل قيمته كلما زاد حجم العينة . وهذا يدل على انه كلما زاد تعقيد طريقة تقدير المعادلات الآنية زاد معها ACc كلما قل حجم العينة.
2. عند حجم عينة (n=10) و قيم (m=10 , k=20) حققت طريقة بيز ذات الثلاث مراحل (Bayes_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
3. عند حجم عينة (n=100) و قيم (m=10 , k=20, 60) حققت طريقة بيز ذات المرحلتين (Bayes_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
4. عند حجم عينة (n=100) و قيم (m=10 , k=40) حققت طريقة بيز ذات الثلاث مراحل (Bayes_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).

5. عند حجم عينة (n=400, 1000) وقيم (m=10, k=20, 40, 60) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل (NLLS_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (D_{δδ}) و (AIC) و H(e).



شكل (3-5) المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 0.8$ للنموذج الأول (m=10, k=20, n=100)

شكل (3-6) المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 0.8$ للنموذج الأول (m=10, k=20, n=1000)



شكل (3-7) معيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 0.8$ للنموذج الأول (m=10, k=20, n=100)

شكل (3-8) معيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 0.8$ للنموذج الأول (m=10, k=20, n=1000)

جدول (3-3) المعدل والانحراف المعياري لمعيار معلومات اكاكي AIC ، والانتروبيا H(e) لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 2.5$ للنموذج الثالث

m	k	n		LS _{2S}	LS _{3S}	NLLS _{2S}	NLLS _{3S}	Bayes _{2S}	Bayes _{3S}
10	20	100	AIC	657.565	657.343	657.321	657.234	657.224	456.197
				278.678	278.567	278.343	278.333	244.321	234.222

			H(e)	2.454	2.444	2.421	2.321	1.222	1.134
				0.067	0.043	0.042	0.041	0.031	0.0010
Best									
10	20	100	AIC	2787.69	2785.749	2566.733	2091.889	1995.678	1991.79
				1198.522	1198.743	1098.736	1098.531	999.009	998.378
			H(e)	2.423	2.5419	2.497	2.465	2.403	2.121
				1.691	1.592	1.594	1.595	1.597	1.291
Best									
10	40	100	AIC	2454.757	2420.789	2343.946	2098.734	1998.733	1997.857
				898.778	898.965	898.621	898.513	888.298	885.878
			H(e)	3.412	3.509	3.465	3.188	2.957	2.712
				1.654	1.566	1.578	1.582	1.584	1.454
Best									
10	60	400	D _{δδ}	41.855	41.878	41.756	41.655	48.845	48.955
				13.622	13.625	13.611	14.956	11.734	12.478
			AIC	2897.977	2895.833	2885.843	2865.733	2555.847	2698.077
				1032.778	1032.634	1032.533	1032.511	1020.845	1021.555
			H(e)	2.522	2.613	2.511	2.444	1.706	1.822
				1.682	1.575	1.556	1.548	1.519	1.522
Best									
10	40	400	AIC	2899.007	2896.863	1467.107	1477.873	2866.763	3210.144
				1033.808	1033.664	899.217	899.788	1033.541	1232.054
			H(e)	4.007	3.875	3.319	3.753	3.543	3.107
				0.592	0.404	0.263	0.435	0.748	0.701
Best									
10	60	400	AIC	2845.555	2812.533	1478.525	1345.842	1466.535	1496.499
				1033.322	1011.522	895.421	776.376	878.312	888.366
			H(e)	4.658	4.545	3.899	3.378	4.312	3.489
				0.466	0.355	0.314	0.433	0.301	0.378
Best									
			AIC	2897.977	2895.833	2885.843	2556.297	2555.847	2465.733
				1032.778	1032.634	1032.533	1021.282	1020.845	1009.511
			H(e)	2.522	2.613	2.511	2.411	2.406	2.244
				1.682	1.575	1.556	1.496	1.589	1.478
Best									
10	20	1000		8.844	8.921	8.853	7.645	6.827	6.944
			AIC	2343.854	2233.833	2130.95	1866.538	1895.954	1967.954
				885.882	893.952	887.045	747.892	759.955	785.982

			H(e)	5.444	5.534	5.512	3.882	4.731	4.544
				1.587	1.488	1.489	0.206	0.491	0.487
10				40					
10	40	1000	AIC	2366.178	2255.233	2843.444	1986.731	1990.278	1999.944
				998.366	977.489	999.225	659.101	734.244	797.277
			H(e)	3.834	3.921	3.911	2.264	2.555	2.511
				1.987	1.988	1.699	1.399	1.501	1.511
10				60					
10	60	1000	AIC	2243.034	2121.057	2044.057	1811.121	1996.777	1992.664
				975.861	986.949	984.065	687.321	1000.335	110.854
			H(e)	3.387	3.455	3.432	3.009	4.138	4.132
				2.686	2.587	2.579	1.072	2.519	2.401
Best				NLLS _{3S}					

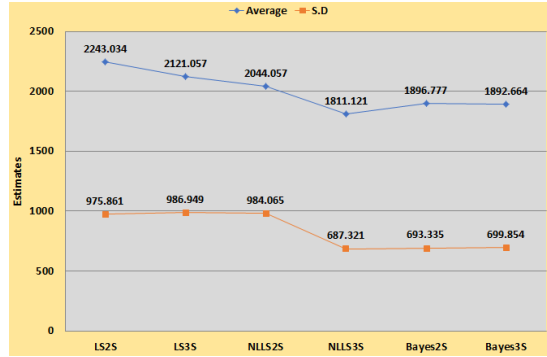
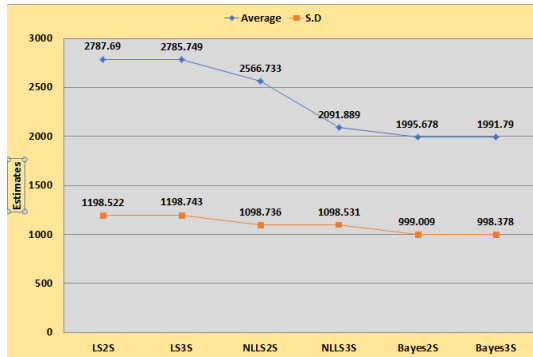
من جدول (3-3) يتضح ما يأتي:

1. حقق معيار AIC عند طريقة بيز ذات المرحلتين وذات الثلاث مراحل ولكنه تقل قيمته كلما زاد حجم العينة . وهذا يدل على انه كلما زاد تعقيد طريقة تقدير المعادلات الآنية زاد معها AIC كلما قل حجم العينة.
2. عند حجم عينة (n=10) و قيم (m=10 , k=20) حققت طريقة بيز ذات الثلاث مراحل (Bayes_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
3. عند حجم عينة (n=100) و قيم (m=10 , k=20, 40) حققت طريقة بيز ذات الثلاث مراحل (Bayes_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
4. عند حجم عينة (n=100) و قيم (m=10 , k=60) حققت طريقة بيز ذات المرحلتين (Bayes_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (D₈₈) و (AIC) و H(e).
5. عند حجم عينة (n=400) و قيم (m=10 , k=20) حققت طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين (NLLS_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).

6. عند حجم عينة (n=400) و قيم (m=10 , k=40) حققت طريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل (NLLS_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).

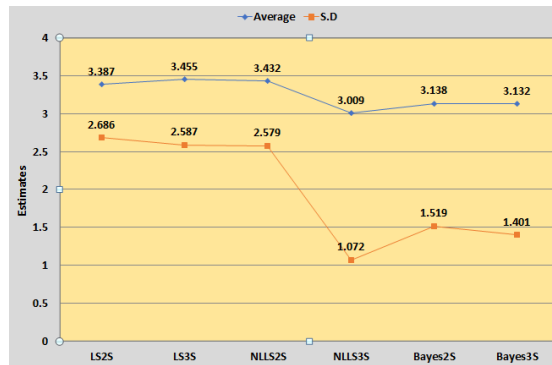
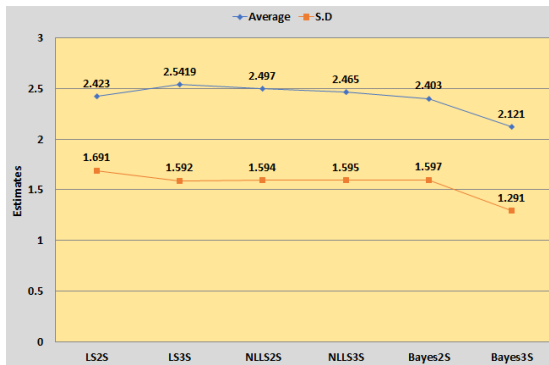
7. عند حجم عينة (n=400) و قيم (m=10 , k=60) حققت طريقة بيز ذات الثلاث مراحل (Bayes_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير و (AIC) و H(e).

8. عند حجم عينة (n=1000) و قيم (m=10 , k=20, 40, 60) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل (NLLS_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).



شكل (3-9) المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $m=10, k=20, n=100$ $\sigma^2=2.5$ للانموذج الأول

شكل (3-10) المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $m=10, k=20, n=1000$ $\sigma^2=2.5$ للانموذج الأول



شكل (3-11) المعدل والانحراف المعياري للمسافة الإقليدية لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $m=10, k=20, n=100$ $\sigma^2=2.5$ للانموذج الأول

شكل (3-12) المعدل والانحراف المعياري للمسافة الإقليدية لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $m=10, k=20, n=1000$ $\sigma^2=2.5$ للانموذج الأول

جدول (4-3) المعدل والانحراف المعياري لمعيار معلومات اكاكي AIC ، والانتروبيا H(e) لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 8$ للنموذج الرابع

m	k	n		LS _{2S}	LS _{3S}	NLS _{2S}	NLS _{3S}	Bayes _{2S}	Bayes _{3S}
10	20	10	AIC	344.771	344.563	344.444	344.321	235.222	236.897
				34.786	34.664	34.333	34.234	31.134	32.133
			H(e)	4.987	4.765	4.565	4.346	2.896	2.999
				3.213	3.211	3.207	3.200	3.111	3.126
Best			Bayes _{2S}						
10	20	100	AIC	2779.69	2777.749	2558.733	2083.889	1987.678	1983.79
				1190.522	1190.743	991.009	990.378	988.736	986.531
			H(e)	5.577	5.4581	5.597	5.443	3.878	3.935
				3.309	3.408	3.403	3.509	3.301	3.305
Best			Bayes _{2S}						
10	40	100	AIC	2446.757	2412.789	2335.946	2090.734	1990.733	1989.857
				890.778	890.965	890.621	890.513	880.298	877.878
			H(e)	4.588	4.491	4.535	4.812	5.288	5.043
				3.506	3.484	3.455	3.438	3.546	3.416
Best			Bayes _{3S}						
10	60	100	AIC	2889.977	2887.833	2877.843	2857.733	2547.847	2590.077
				1224.778	1224.634	1224.533	1124.511	1012.845	1013.555
			H(e)	5.478	5.387	5.489	5.556	6.294	6.178
				2.468	2.455	1.444	1.432	1.121	1.178
Best			Bayes _{2S}						
10	20	400	AIC	1491.007	1488.863	1459.107	1269.873	1258.763	1302.144
				1025.808	1025.664	1025.217	811.111	829.541	877.054
			H(e)	6.993	6.125	6.681	4.247	3.457	4.893
				2.708	2.696	2.587	1.565	2.152	2.199
Best			NLS _{3S}						
10	40	400	AIC	1837.555	1804.533	1670.525	1466.842	1358.535	1488.499
				1025.322	1003.522	880.421	768.376	792.312	797.366
			H(e)	3.342	3.455	2.101	2.622	2.688	2.511
				0.534	0.645	0.686	0.567	0.599	0.570
Best			NLS _{3S}						
10	60	400	AIC	2889.977	2887.833	2877.843	2548.297	2547.847	2457.733
				1024.778	1024.634	1024.533	1013.282	1012.845	1001.511
			H(e)	5.478	5.387	5.489	5.589	5.594	5.256

				2.518	2.425	2.444	2.504	2.411	2.222
Best				Bayes _{3S}					
10	20	1000	AIC	1235.854	1225.833	1122.95	1158.538	1187.954	1195.954
			H(e)	977.882	985.952	679.045	869.892	851.955	877.982
				4.556	4.466	3.488	4.118	3.269	3.456
				1.413	1.512	0.511	0.794	0.889	0.909
Best				NLLS _{2S}					
10	40	1000	AIC	2358.178	2247.233	2835.444	1978.731	1833.278	1934.944
			H(e)	890.366	869.489	791.225	651.101	633.244	689.277
				4.166	4.079	4.089	3.236	3.445	3.489
				0.813	0.912	0.901	0.401	0.699	0.489
Best				NLLS _{3S}					
10	60	1000	AIC	2235.034	2113.057	2036.057	1803.121	1918.777	1989.664
			H(e)	867.861	778.949	776.065	679.321	755.335	779.854
				4.613	4.545	4.568	4.092	4.162	4.268
				1.314	1.413	1.421	1.028	1.481	1.599
Best				NLLS _{3S}					

من جدول (4-3) يتضح ما يأتي:

1. حقق معيار AIC اعلى قيمة له عند طريقة بيز ذات المرحلتين وذات الثلاث مراحل ولكنه تقل قيمته كلما زاد حجم العينة . وهذا يدل على انه كلما زاد تعقيد طريقة تقدير المعادلات الآنية زاد معها AIC كلما قل حجم العينة.
2. عند حجم عينة (n=10) و قيم (m=10 , k=20) حققت طريقة بيز ذات المرحلتين (Bayes_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
3. عند حجم عينة (n=100) و قيم (m=10 , k=20, 60) حققت طريقة بيز ذات المرحلتين (Bayes_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
4. عند حجم عينة (n=100) و قيم (m=10 , k=40) حققت طريقة بيز ذات الثلاث مراحل (Bayes_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).

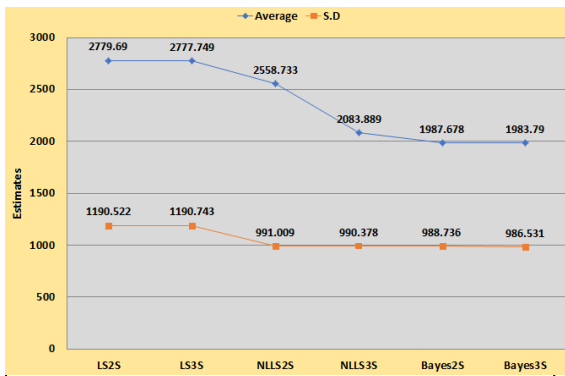
5. عند حجم عينة (n=400) و قيم (m=10 , k=20) حققت طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين (NLLS_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).

6. عند حجم عينة (n=400) و قيم (m=10 , k=20, 40) حققت طريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل (NLLS_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).

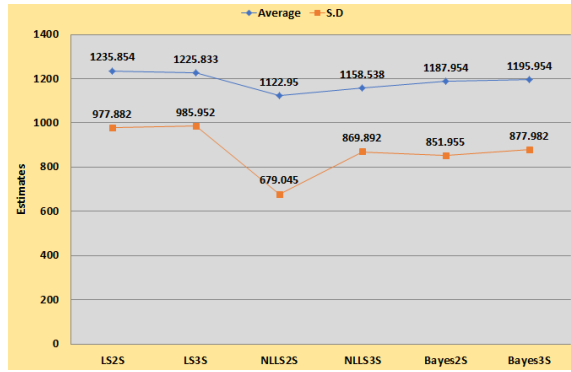
7. عند حجم عينة (n=400) و قيم (m=10 , k=60) حققت طريقة بيز ذات الثلاث مراحل (Bayes_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).

8. عند حجم عينة (n=1000) و قيم (m=10 , k=20) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات المرحلتين (NLLS_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).

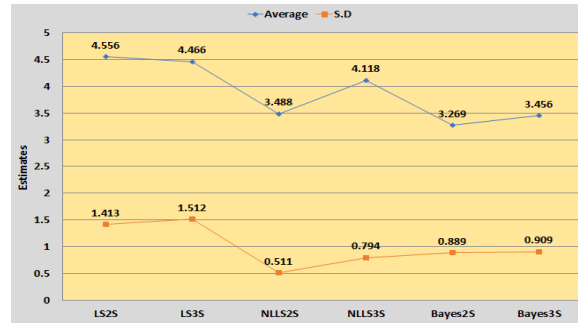
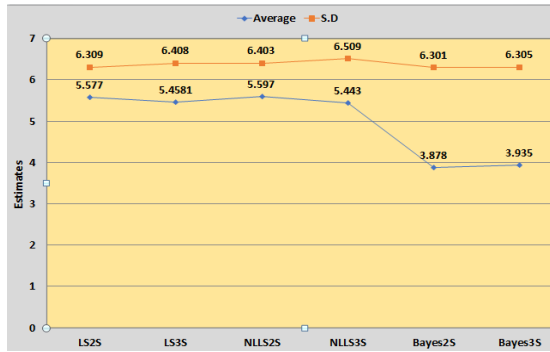
9. عند حجم عينة (n=1000) و قيم (m=10 , k=40, 60) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل (NLLS_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).



شكل (3-13) المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الانية عندما $\sigma^2 = 8$ للانموذج الأول (, m=10, k=20)



شكل (3-14) المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الانية عندما $\sigma^2 = 8$ للانموذج الأول (, m=10, k=20)



شكل (3-15) المعدل والانحراف المعياري للمسافة الإقليدية لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 8$ للانموذج الأول ($m=10, k=20, n=100$)

شكل (3-16) المعدل والانحراف المعياري للمسافة الإقليدية لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 8$ للانموذج الأول ($m=10, k=20, n=1000$)

جدول (3-5) ومعيار معلومات اكاكي AIC ، والانتروبيا H(e) لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2 = 0.1$ للانموذج الخامس

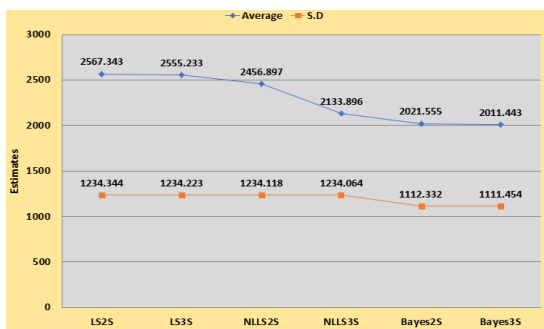
m	k	n	Method	LS _{2S}	LS _{3S}	NLLS _{2S}	NLLS _{3S}	Bayes _{2S}	Bayes _{3S}
15	30	25	AIC	2456.732	2456.611	2456.453	2456.414	2356.342	2213.674
				899.897	899.875	899.565	899.445	755.345	735.565
			H(e)	4.589	4.453	4.478	4.544	2.998	3.114
				0.759	0.666	0.654	0.634	0.567	0.522
Best				Bayes _{3S}					
15	30	100	AIC	2567.343	2555.233	2456.897	2133.896	2021.555	2011.443
				1234.344	1234.223	1234.118	1234.064	1112.332	1111.454
			H(e)	5.563	5.443	5.333	5.213	3.443	3.114
				0.868	0.835	0.821	0.811	0.607	0.503
Best				Bayes _{3S}					
15	50	100	AIC	2567.123	2555.113	2456.112	2133.078	2021.343	2011.324
				1234.223	1234.116	1234.108	1234.022	1112.012	1111.011
			H(e)	5.445	5.322	5.232	5.211	3.089	3.023
				0.856	0.824	0.810	0.803	0.502	0.501
Best				Bayes _{3S}					
15	70	100	AIC	2045.735	2045.6	2045.521	2045.454	2010.332	2010.222
				1234.223	1234.116	1234.108	1234.022	1105.445	1105.231
			H(e)	4.567	4.455	4.345	4.234	2.113	2.110

				0.766	0.678	0.567	0.555	0.455	0.322
Best				Bayes _{3S}					
15	30	400	AIC	2234.454	2234.344	2234.234	2234.022	2234.212	2234.238
				1123.565	1123.454	1123.343	1123.312	1123.434	1123.344
			H(e)	5.445	5.345	5.235	5.211	5.323	5.225
				0.988	0.977	0.965	0.875	0.985	0.957
Best				NLLS _{3S}					
15	50	400	AIC	2234.123	2234.111	2234.110	2234.003	2234.023	2234.021
				1123.343	1123.234	1123.212	1123.022	1123.034	1123.043
			H(e)	5.343	5.234	5.271	5.203	5.208	5.209
				0.947	0.931	0.930	0.845	0.878	0.867
Best				NLLS _{3S}					
15	70	400	AIC	2234.111	2234.034	2234.023	2234.002	2234.018	2234.011
				1123.222	1123.210	1123.211	1123.012	1123.021	1123.032
			H(e)	5.292	5.278	5.254	5.118	5.132	5.113
				0.923	0.922	0.912	0.811	0.833	0.834
Best				NLLS _{3S}					
15	30	1000	AIC	1234.966	1234.787	789.343	834.676	889.444	899.656
				122.878	122.555	128.454	122.466	123.565	123.676
			H(e)	5.545	5.444	3.433	5.454	5.999	5.787
				2.923	2.922	0.677	0.692	0.833	0.834
Best				NLLS _{2S}					
15	50	1000	AIC	1894.966	1894.556	1894.511	1866.322	2894.222	2889.334
				566.536	566.513	566.411	532.323	1123.477	2243.111
			H(e)	4.455	4.323	4.145	2.856	9.898	9.997
				0.676	0.665	0.645	0.643	0.999	0.989
Best				NLLS _{3S}					
15	70	1000	AIC	1993.976	1993.566	1993.521	1865.355	1893.232	1888.344
				565.546	565.523	565.421	531.313	577.487	578.121
			H(e)	4.465	4.333	4.155	2.526	3.908	3.007
				0.914	0.925	0.945	0.541	0.889	0.889
Best				NLLS _{3S}					

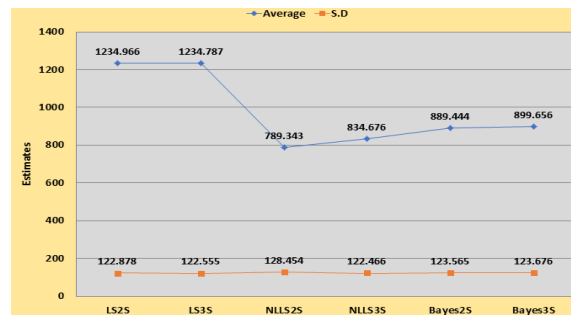
من جدول (5-3) يتضح ما يأتي:

1. حقق معيار AIC أعلى قيمة له عند طريقة بيز ذات المرحلتين وذات الثلاث مراحل ولكنه تقل قيمته كلما زاد حجم العينة . وهذا يدل على انه كلما زاد تعقيد طريقة تقدير المعادلات الأنية زاد معها AIC كلما قل حجم العينة.

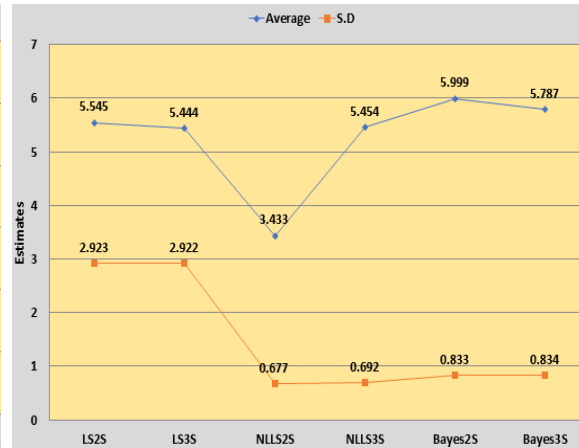
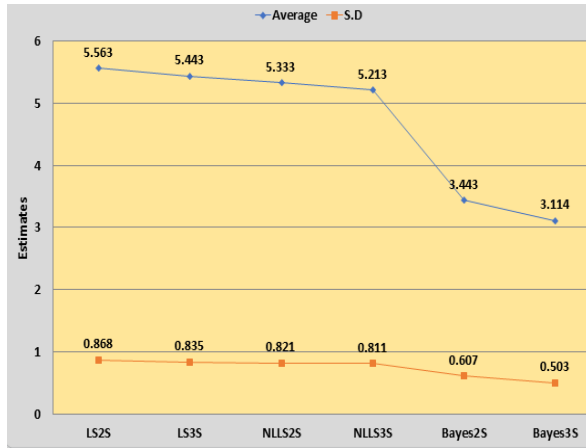
2. عند حجم عينة (n=10) و قيم (k=30 , m=15) حققت طريقة بيز ذات الثلاث مراحل (Bayes_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معايير AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
3. عند حجم عينة (n=100) و قيم (m=15 , k=30, 50, 70) حققت طريقة بيز ذات الثلاث مراحل (Bayes_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معايير AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
4. عند حجم عينة (n=400) و قيم (m=15 , k=20) حققت طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين (NLLS_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
5. عند حجم عينة (n=400) و قيم (m=15 , k=30, 50, 70) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل (NLLS_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معايير AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
6. عند حجم عينة (n=1000) و قيم (m=15 , k=30) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات المرحلتين (NLLS_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
7. عند حجم عينة (n=1000) و قيم (m=15 , k=50, 70) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل (NLLS_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).



شكل (3-17) المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الانية عندما $\sigma^2=0.1$ للانموذج الثاني (, m=10, k=30, n=100)



شكل (3-18) المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الانية عندما $\sigma^2=0.1$ للانموذج الثاني (, m=10, k=30, n=1000)



شكل (3-19) المعدل والانحراف المعياري للمسافة الإقليدية لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الأنية عندما $\sigma^2 = 0.1$ للانموذج الثاني (m=10, k=30, n=100)

شكل (3-20) المعدل والانحراف المعياري للمسافة الإقليدية لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الأنية عندما $\sigma^2 = 0.1$ للانموذج الثاني (m=10, k=30, n=1000)

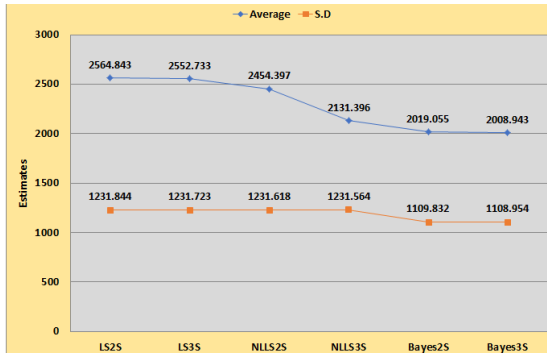
جدول (6-3) معيار معلومات اكاكي AIC ، والانتروبيا H(e) لطرائق تقدير منظومة المعادلات الأنية عندما $\sigma^2 = 0.8$ للانموذج السادس

M	k	n	Method	LS _{2S}	LS _{3S}	NLLS _{2S}	NLLS _{3S}	Bayes _{2S}	Bayes _{3S}
15	30	10	AIC	888.998	888.887	888.676	888.556	885.444	881.445
				777.776	777.564	777.555	777.533	774.776	765.766
			H(e)	3.664	3.665	3.333	3.313	2.221	2.200
				0.368	0.335	0.321	0.311	0.207	0.203
Best				Bayes _{3S}					
15	30	100	AIC	2564.843	2552.733	2454.397	2131.396	2019.055	2008.943
				1231.844	1231.723	1231.618	1231.564	1109.832	1108.954
			H(e)	5.063	4.943	4.833	4.713	2.943	2.614
				0.368	0.335	0.321	0.311	0.207	0.203
Best				Bayes _{3S}					
15	50	100	AIC	2564.623	2552.613	2453.612	2130.578	2018.843	2008.824
				1231.723	1231.616	1231.608	1231.522	1109.512	1108.511
			H(e)	4.945	4.822	4.732	4.711	2.589	2.523
				0.356	0.324	0.31	0.303	0.202	0.201
Best				Bayes _{3S}					
15	70	100	AIC	2043.235	2043.1	2043.021	2042.954	2007.832	2007.722
				1231.723	1231.616	1231.608	1231.522	1102.945	1102.731

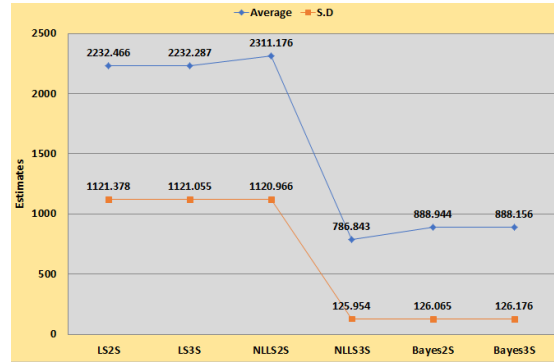
			H(e)	4.067	3.955	3.845	3.734	2.613	2.612
				0.266	0.178	0.067	0.055	0.045	0.178
Best			Bayes _{2S}						
15	30	400	AIC	2231.953	2231.845	2231.734	2131.522	2231.712	2231.734
				1121.065	1120.954	1120.843	1020.812	1120.932	1120.814
			H(e)	4.945	4.845	4.735	3.711	4.823	4.725
				0.488	0.479	0.465	0.275	0.485	0.457
Best			NLLS _{3S}						
15	50	400	AIC	2231.623	2231.611	2231.61	2231.503	2231.523	2231.521
				1120.843	1120.734	1120.712	1120.522	1120.534	1120.543
			H(e)	4.843	4.734	4.771	4.703	4.708	4.709
				0.447	0.431	0.430	0.345	0.378	0.367
Best			NLLS _{3S}						
15	70	400	AIC	2231.611	2231.534	2231.523	2231.502	2231.518	2231.511
				1120.722	1120.71	1120.711	1120.512	1120.521	1120.532
			H(e)	4.792	4.778	4.754	4.618	4.632	4.613
				0.423	0.422	0.412	0.311	0.333	0.334
Best			NLLS _{3S}						
15	30	1000	AIC	2232.466	2232.287	2311.176	786.843	888.944	888.156
				1121.378	1121.055	1120.966	125.954	126.065	126.176
			H(e)	5.045	4.944	4.954	2.933	2.499	2.287
				0.423	0.422	0.412	0.177	0.333	0.334
Best			NLLS _{3S}						
15	50	1000	D ₈₈	30.422	30.317	29.933	28.822	29.43	29.499
				7.266	7.166	7.064	6.944	7.388	7.389
			AIC	1892.466	1892.056	1892.011	898.822	999.722	999.834
				564.036	564.013	563.911	122.823	124.977	124.611
			H(e)	3.955	3.823	3.645	2.356	9.398	9.497
				0.176	0.165	0.145	0.143	0.499	0.489
Best			NLLS _{3S}						
15	50	1000	AIC	1891.475	1891.064	1891.023	898.855	1890.734	2885.844
				563.046	563.023	562.921	128.813	129.987	129.621
			H(e)	2.965	2.833	2.655	2.026	3.407	3.509
				0.187	0.176	0.155	0.041	0.369	0.372
Best			s ₃ NLLS						

من جدول (6-3) يتضح ما يأتي:

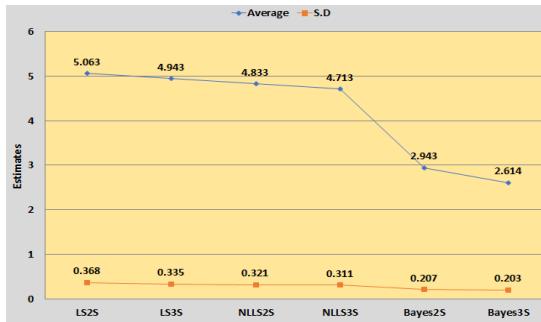
1. حقق معيار AIC اعلى قيمة له عند طريقة بيز ذات المرحتين وذات الثلاث مراحل ولكنه تقل قيمته كلما زاد حجم العينة . وهذا يدل على انه كلما زاد تعقيد طريقة تقدير المعادلات الآنية زاد معها AC_c كلما قل حجم العينة.
2. عند حجم عينة (n=10) و قيم (m=15 , k=30) حققت طريقة بيز ذات الثلاث مراحل (Bayes_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
3. عند حجم عينة (n=100) و قيم (m=15 , k=30, 50) حققت طريقة بيز ذات الثلاث مراحل (Bayes_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
4. عند حجم عينة (n=100) و قيم (m=15 , k=70) حققت طريقة بيز ذات المرحتين (Bayes_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
5. عند حجم عينة (n=400) و قيم (m=15 , k=30, 50, 70) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل (NLLS_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
6. عند حجم عينة (n=400) و قيم (m=15 , k=30, 50, 70) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل (NLLS_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (D₈₈) و (AIC) و H(e).
7. عند حجم عينة (n=1000) و قيم (m=15 , k=30, 50, 70) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل (NLLS_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).



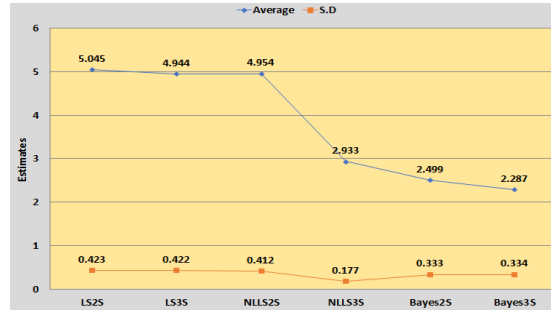
شكل (3-21) المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2=0.8$ للانموذج الثاني ($m=10, k=30, n=100$)



شكل (3-22) المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2=0.8$ للانموذج الثاني ($m=10, k=30, n=1000$)



شكل (3-23) لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2=0.8$ للانموذج الثاني ($m=10, k=30, n=100$)



شكل (3-24) المعدل لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2=0.8$ للانموذج الثاني ($m=10, k=30, n=1000$)

جدول (7-3) معيار معلومات اكاكي AIC ، والانتروبيا H(e) لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2=2.5$ للانموذج السابع

m	k	n	Method	LS _{2S}	LS _{3S}	NLLS _{2S}	NLLS _{3S}	Bayes _{2S}	Bayes _{3S}
15	30	10	AIC	1400.854	1400.786	1400.666	1400.565	2211.873	2123.333
				78.655	78.722	78.454	78.333	77.143	77.199
			H(e)	4.998	4.786	4.7655	4.444	3.343	3.565
				0.886	0.655	0.666	0.444	0.233	0.237
Best				Bayes _{2S}					
15	30	100	AIC	2564.643	2552.533	2454.197	2131.196	2008.743	2018.855
				1231.644	1231.523	1231.418	1231.364	1108.754	1109.632
			H(e)	4.863	4.743	4.633	4.513	2.414	2.743

				0.168	0.135	0.121	0.111	0.103	0.107
Best				Bayes_{2S}					
15	50	100	AIC	2564.423	2552.413	2453.412	2130.378	2008.624	2018.643
				1231.523	1231.416	1231.408	1231.322	1108.311	1109.312
			H(e)	4.745	4.622	4.532	4.511	2.323	2.389
				0.156	0.124	0.111	0.103	0.101	0.102
Best				Bayes_{2S}					
15	70	100	AIC	2043.035	2042.9	2042.821	2042.754	2007.632	2007.522
				1231.523	1231.416	1231.408	1231.322	1102.745	1102.531
			H(e)	3.867	3.755	3.645	3.534	1.413	1.412
				0.066	0.022	0.133	0.145	0.155	0.022
Best				Bayes_{3S}					
15	30	400	AIC	2231.753	2231.322	2231.534	2231.645	2231.512	2231.534
				1120.865	1120.612	1120.643	1120.754	1120.732	1120.614
			H(e)	4.745	4.511	4.535	4.645	4.623	4.525
				0.288	0.175	0.265	0.279	0.285	0.257
Best				LS_{3S}					
15	50	400	AIC	2231.423	2231.303	2231.411	2231.41	2231.323	2231.321
				1120.643	1120.322	1120.534	1120.512	1120.334	1120.343
			H(e)	4.643	4.503	4.534	4.571	4.508	4.509
				0.247	0.145	0.231	0.230	0.178	0.167
Best				LS_{3S}					
15	70	400	AIC	2231.411	2231.334	2231.323	2231.302	2231.318	2231.311
				1120.522	1120.51	1120.511	1120.312	1120.321	1120.332
			H(e)	4.592	4.578	4.554	4.418	4.432	4.413
				0.223	0.222	0.212	0.111	0.133	0.134
Best				NLLS_{3S}					
15	30	1000	AIC	2232.266	2232.087	2231.976	786.643	797.744	810.956
				149.178	149.855	149.766	125.754	128.865	128.976
			H(e)	4.845	4.744	4.754	2.733	8.299	8.087
				0.223	0.222	0.212	0.023	0.033	0.034
Best				NLLS_{3S}					
15	50	1000	AIC	1892.266	1891.856	1863.622	1891.811	1892.522	1899.634
				563.836	563.813	234.623	235.711	236.777	236.411
			H(e)	3.755	3.623	2.156	2.445	2.198	2.297
				0.824	0.815	0.101	0.105	0.189	0.177
Best				NLLS_{2S}					
15	70	1000	AIC	1891.275	1890.864	1890.823	1862.655	1890.534	1885.644

			562.846	562.823	562.721	528.613	530.787	531.421
		H(e)	3.765	3.633	3.455	1.826	1.207	1.309
			0.313	0.304	0.301	0.111	0.169	0.172
Best			NLLS _{3S}					

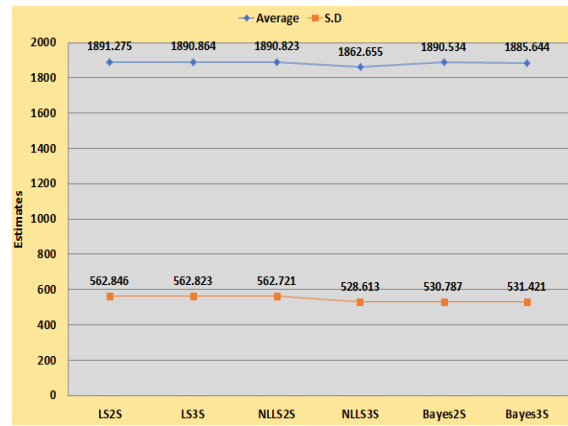
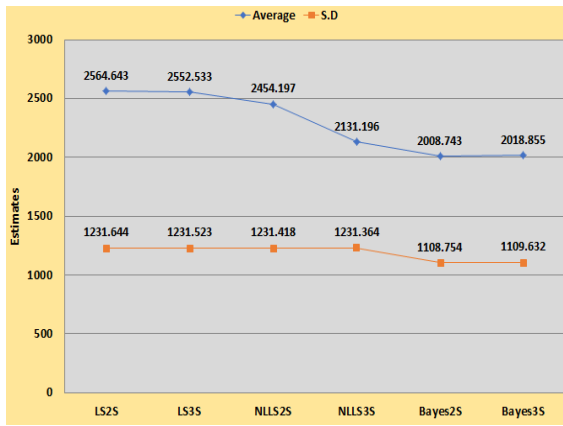
من جدول (7-3) يتضح ما يأتي:

1. حقق معيار AIC اعلى قيمة له عند طريقة بيز ذات المرحلتين وذات الثلاث مراحل ولكنه تقل قيمته كلما زاد حجم العينة . وهذا يدل على انه كلما زاد تعقيد طريقة تقدير المعادلات الآنية زاد معها AC_c كلما قل حجم العينة.
2. عند حجم عينة (n=10) و قيم (m=15 , k=30) حققت طريقة بيز ذات المرحلتين (Bayes_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
3. عند حجم عينة (n=100) و قيم (m=15 , k=30, 50) حققت طريقة بيز ذات المرحلتين (Bayes_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
4. عند حجم عينة (n=100) و قيم (m=15 , k=70) حققت طريقة بيز ذات الثلاث مراحل (Bayes_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
5. عند حجم عينة (n=400) و قيم (m=15 , k=30, 50) حققت طريقة المربعات الصغرى الخطية ذات الثلاث مراحل (LS_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (D_{δδ}) و (AIC) و H(e).
6. عند حجم عينة (n=400) و قيم (m=15 , k=70) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل (LS_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (D_{δδ}) و (AIC) و H(e).
7. عند حجم عينة (n=400) و قيم (m=15 , k=30, 50, 70) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل (NLLS_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معيار AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).

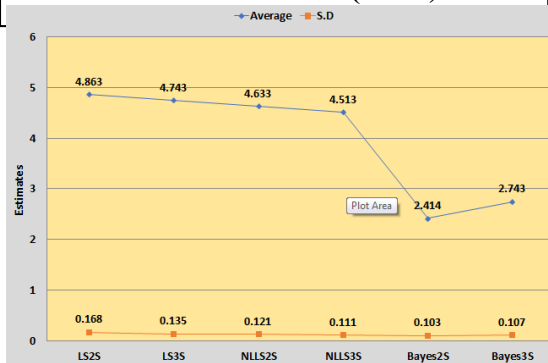
8. عند حجم عينة (n=1000) و قيم (m=15 , k=30) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل (NLLS_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).

9. عند حجم عينة (n=1000) و قيم (m=15 , k=50) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات المرحتين (NLLS_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).

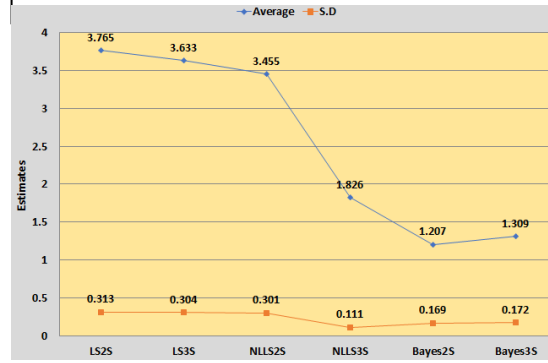
10. عند حجم عينة (n=1000) و قيم (m=15 , k=70) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل (NLLS_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).



شكل (3-25) المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2=2.5$ (الثاني) لانموذج الثاني ($m=10, k=30, n=100$)



شكل (3-26) المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2=2.5$ (الثاني) لانموذج الثاني ($m=10, k=30, n=1000$)



شكل (3-27) المعدل والانحراف المعياري للمسافة الإقليدية لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2=2.5$ لانموذج الثاني ($m=10, k=30, n=100$)

شكل (3-28) المعدل والانحراف المعياري للمسافة الإقليدية لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآتية عندما $\sigma^2=2.5$ لانموذج الثاني ($m=10, k=30, n=1000$)

جدول (8-3) معيار معلومات اكاكي AIC ، والانتروبيا H(e) لطرائق تقدير منظومة المعادلات
الآتية عندما $\sigma^2 = 8$ للانموذج الثامن

m	k	n	Method	LS _{2S}	LS _{3S}	NLLS _{2S}	NLLS _{3S}	Bayes _{2S}	Bayes _{3S}
15	30	10	AIC	1569.565	1569.543	1569.333	1569.334	1454.897	143.776
				578.844	578.766	578.567	578.456	455.899	456.897
			H(e)	8.877	8.766	8.655	8.565	7.433	7.422
				1.999	1.998	1.898	1.665	0.433	0.332
Best			Bayes _{2S}						
15	30	100	AIC	2569.643	2557.533	2459.197	2136.196	2013.743	2023.855
				1236.644	1236.523	1236.418	1236.364	1113.754	1114.632
			H(e)	9.863	9.743	9.633	9.513	7.414	7.743
				3.168	3.135	3.121	3.111	0.103	0.107
Best			Bayes _{2S}						
15	50	100	AIC	2569.423	2557.413	2458.412	2135.378	2023.643	2013.624
				1236.523	1236.416	1236.408	1236.322	1114.312	1113.311
			H(e)	9.745	9.622	9.532	9.511	3.389	3.323
				4.156	4.124	4.111	4.103	0.102	0.101
Best			Bayes _{2S}						
15	70	100	AIC	2048.035	2047.9	2047.821	2047.754	2012.522	2012.632
				1236.523	1236.416	1236.408	1236.322	1107.531	1107.745
			H(e)	8.867	8.755	8.645	8.534	6.412	6.413
				.0664	.0224	.1333	.1453	0.022	0.055
Best			Bayes _{2S}						
15	30	400	AIC	2236.753	2236.322	2232.534	2232.645	2232.512	2236.534
				1125.865	1125.612	1121.643	1121.754	1121.732	1121.614
			H(e)	9.745	9.511	9.535	9.645	9.623	9.525
				3.288	3.175	1.595	1.279	1.285	1.217
Best			Bayes _{3S}						
15	50	400	AIC	2236.423	2236.303	2233.411	2231.41	2231.323	2231.321
				1125.643	1125.322	1125.534	1121.512	1121.334	1121.343
			H(e)	9.643	9.503	9.534	9.571	9.508	9.509
				2.247	2.145	2.231	0.230	0.178	0.167
Best			Bayes _{3S}						
15	70	400	AIC	2231.411	2231.334	2231.323	2211.102	2231.318	2231.311
				1125.522	1125.51	1125.511	1121.312	1125.321	1125.332
			H(e)	9.592	9.578	9.554	8.418	9.432	9.413

				2.223	2.222	2.212	0.111	1.133	1.134
Best				NLLS _{3S}					
15	30	1000	AIC	1237.266	1237.087	1236.976	791.643	792.744	792.956
				244.178	244.855	244.766	130.754	133.865	133.976
			H(e)	9.845	9.744	9.754	7.733	9.299	9.087
				3.223	3.222	3.212	0.023	4.133	4.134
Best				NLLS _{3S}					
15	50	1000	AIC	1897.266	1896.856	799.622	856.811	855.522	849.634
				214.836	214.813	127.623	128.711	129.777	129.411
			H(e)	8.755	8.623	7.156	8.445	14.198	14.297
				2.124	2.115	0.101	2.105	2.289	2.277
Best				NLLS _{2S}					
15	70	1000	AIC	1896.275	1895.864	666.823	688.655	678.534	689.644
				210.846	210.823	124.721	127.613	128.787	128.421
			H(e)	7.765	7.633	7.007	6.826	8.207	8.309
				2.113	2.104	0.003	2.111	2.169	2.172
Best				NLLS _{2S}					

من جدول (8-3) يتضح ما يأتي:

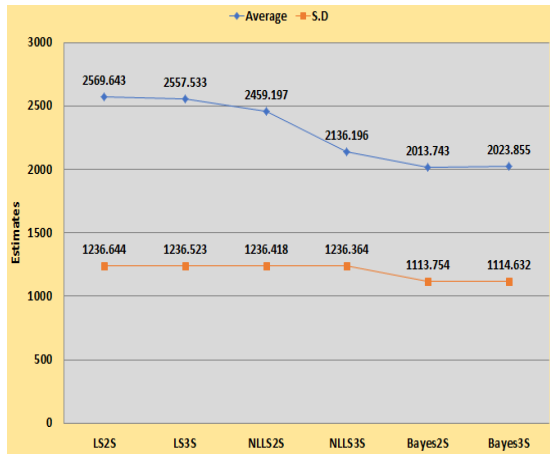
1. حقق معيار AIC اعلى قيمة له عند طريقة بيز ذات المرحلتين وذات الثلاث مراحل ولكنه تقل قيمته كلما زاد حجم العينة . وهذا يدل على انه كلما زاد تعقيد طريقة تقدير المعادلات الآنية زاد معها ACC كلما قل حجم العينة.
2. عند حجم عينة (n=10) و قيم (m=15 , k=30) حققت طريقة بيز ذات المرحلتين (Bayes_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معايير AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
3. عند حجم عينة (n=100) و قيم (m=15 , k=30, 50, 70) حققت طريقة بيز ذات المرحلتين (Bayes_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير ولو ان معايير AIC لها كان اعلى من باقي طرائق التقدير الا انها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
4. عند حجم عينة (n=400) و قيم (m=15 , k=30, 50) حققت طريقة المربعات الصغرى الخطية ذات الثلاث مراحل (LS_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).
5. عند حجم عينة (n=400) و قيم (m=15 , k=30, 50) حققت طريقة بيز ذات الثلاث مراحل (Bayes_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).

6. عند حجم عينة (n=400) و قيم (m=15 , k=70) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل (LS_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (D_{δδ}) و (AIC) و H(e).

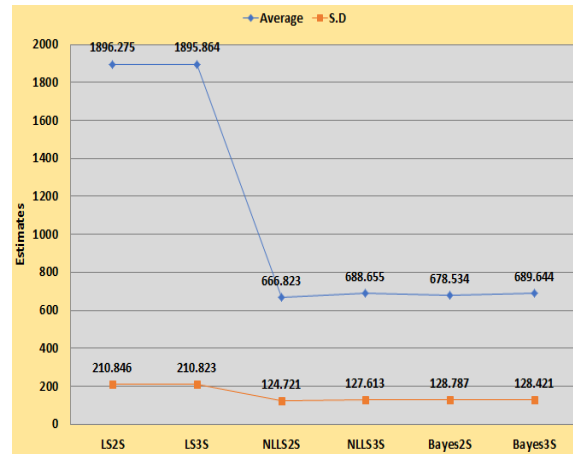
7. عند حجم عينة (n=1000) و قيم (m=15 , k=30) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل (NLLS_{3S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).

8. عند حجم عينة (n=1000) و قيم (m=15 , k=50) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات المرحلتين (NLLS_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).

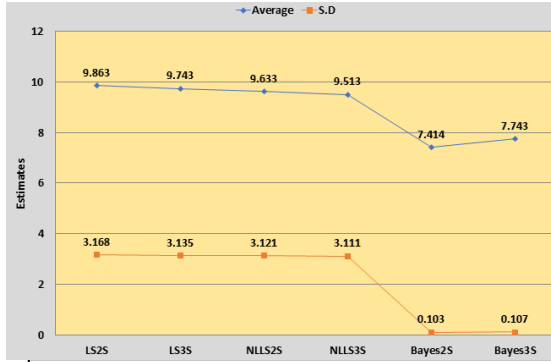
9. عند حجم عينة (n=1000) و قيم (m=15 , k=30, 50,70) حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات المرحلتين (NLLS_{2S}) افضلية على باقي طرائق التقدير لانها حققت اقل المعايير (AIC) و H(e).



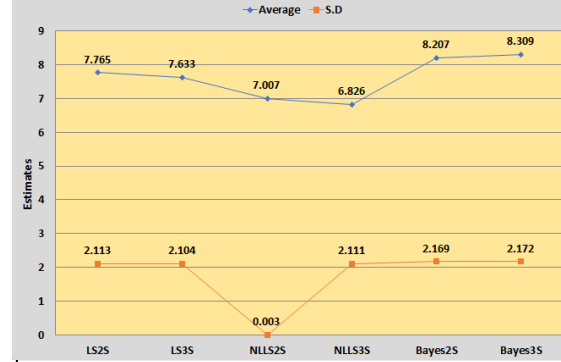
شكل (3-29) المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الانية m=10, k=30, n=1000 (8) عندما



شكل (3-30) المعدل والانحراف المعياري للانتروبيا لطرائق تقدير منظومة المعادلات الانية m=10, k=30, n=1000 (8) عندما



شكل (3-31) المعدل والانحراف المعياري للمسافة الإقليدية لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2=2.5$ للتمودج الثاني ($m=10, k=30, n=100$)



شكل (3-32) المعدل والانحراف المعياري للمسافة الإقليدية لمعيار معلومات اكاكي لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية عندما $\sigma^2=2.5$ للتمودج الثاني ($m=10, k=30, n=1000$)

من جميع تجارب المحاكاة يمكن ان نستخرج افضلية طرائق التقدير وكما يأتي:

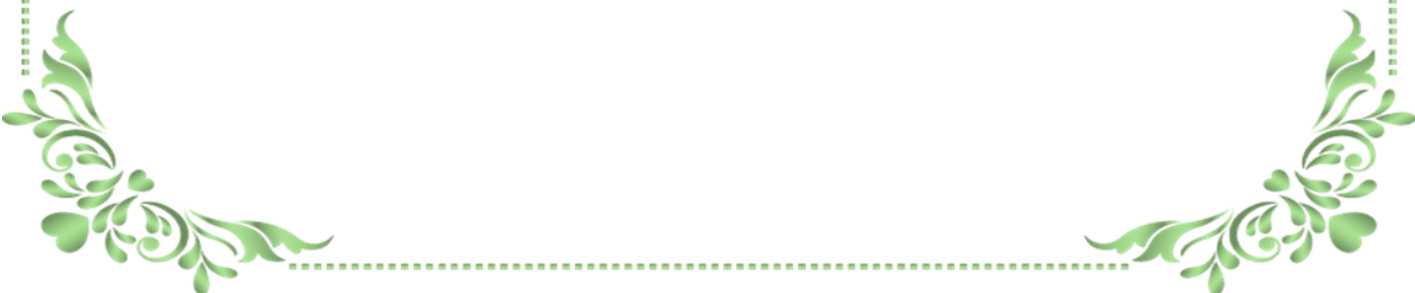
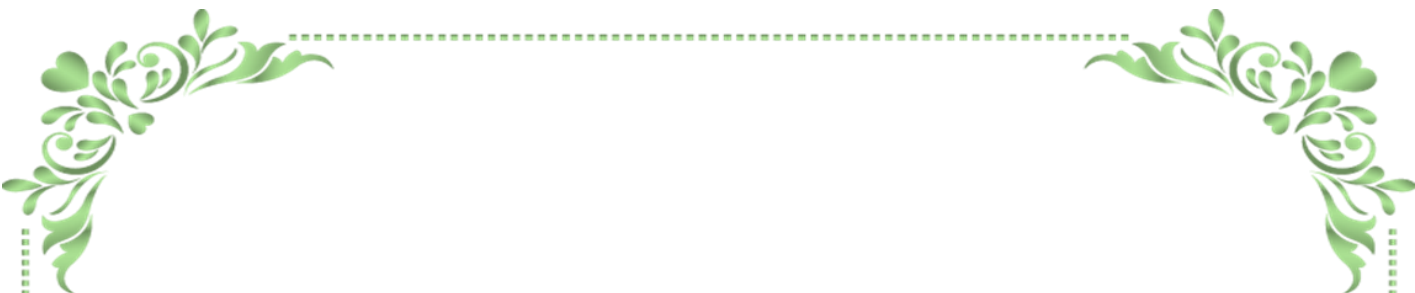
جدول (9-3)

n	LS _{2S}	LS _{3S}	NLLS _{2S}	NLLS _{3S}	Bayes _{2S}	Bayes _{3S}
10	0	0	0	0	4	4
100	0	0	0	0	12	12
400	0	2	1	15	1	3
1000	0	0	5	14	2	3
عدد مرات الأفضلية	0	2	6	29	19	22
نسبة الأفضلية	0	3	8	37	24	28

نلاحظ من جدول (9-3) ومن جميع نتائج تجارب المحاكاة ما يأتي:

1. كانت طريقة بيز ذات المرحلتين وذات الثلاث هي الفضلى من باقي طرائق التقدير عند اصغر حجم عينة وهو ($n=10, 100$) بنسبة افضلية بلغت (24%) لطريقة بيز ذات المرحلتين و (28%) لطريقة بيز ذات الثلاث مراحل ونسب قليلة عند احجام العينات ($n=40, 1000$). ولكن عند هذه الطريقة كان معيار ACc حقق اعلى قيمة له عند هاتين الطريقتين ولكنه تقل قيمته كلما زاد حجم

- العينة . وهذا يدل على انه كلما زاد تعقيد طريقة تقدير المعادلات الآتية زاد معها معيار المسافة الاقليدية. وقل وصار اقرب لباقي الطرائق كلما زاد حجم العينة .
2. كلما كبر حجم العينة ابتعدت طريقة بيز عن الافضلية.
3. حققت نتائج تجارب المحاكاة نتائج متقاربة عند كافة قيم التباينات المستخدمة $\sigma^2 = (0.1, 0.8, 2.5, 8)$
4. حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل اعلى نسبة افضلية عند احجام العينات $(n=400, 1000)$ بنسبة افضلية (37%) ولم تحقق اي نسبة افضلية عند حجم العينة $(n=10, 100)$
5. حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات المرحلتين نسبة افضلية عند احجام العينات $(n=400, 1000)$ بنسبة افضلية (8%) ولم تحقق اي نسبة افضلية عند حجم العينة $(n=100)$
6. حققت طريقة المربعات الصغرى الخطية ذات الثلاث مراحل نسبة افضلية عند حجم العينة $(n=400)$ بنسبة افضلية (2%) ولم تحقق اي نسبة افضلية عند حجم العينة $(n=10, 100, 1000)$
7. لم تحقق طريقة المربعات الصغرى الخطية ذات المرحلتين اي نسبة افضلية ولجميع تجارب المحاكاة.
8. في كل تجارب المحاكاة حققت طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل اعلى نسبة افضلية بلغت (37%) تليها طريقة بيز ذات الثلاث مراحل بنسبة افضلية (28%) ومن ثم طريقة بيز ذات المرحلتين بنسبة افضلية (24%) ومن ثم طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات المرحلتين بنسبة افضلية (8%) وتليها طريقة المربعات الصغرى الخطية ذات الثلاث مراحل بنسبة افضلية بلغت (3%). ولم تحقق طريقة المربعات الصغرى الخطية ذات المرحلتين اي نسبة افضلية .
9. حققت الطرائق البيزية اعلى نسب افضلية من الطرائق الخطية واللاخطية باعلى نسبة افضلية بلغت (52%) في حين بلغت نسبة الطرائق اللابيزية (48%).



الفصل الرابع
الجانب التطبيقي

1-4 تمهيد: (Preface)

2-4 التحليل الوصفي للمتغيرات الاقتصادية في العراق: (Simulation Concept)

تعد دراسة العلاقة التبادلية بين انتاج النفط والمتغيرات الاقتصادية من الاهمية كوسيلة لمعرفة اثر كل منهما على الآخر ، وتم تحديد المتغيرات التي يتضمنها الانموذج عن طريق مصادر الدراسات التي ناقشت الجوانب الاقتصادية والمعلومات المتاحة من الدراسات القياسية السابقة والمعلومات المتاحة عن الظاهرة قيد الدراسة والتي تمثلت بتسعة متغيرات (اربعة منها داخلية والاخرى خارجية) على النحو الآتي:

1- المتغيرات الداخلية (Endogenous Variables):

1- GDP الناتج المحلي الاجمالي

2- Q_{oil} اجمالي كميات النفط المنتجة

3- I الاستثمار

4- Inf معدل التضخم

2- المتغيرات الخارجية (Exogenous Variables)

• r سعر الفائدة

• Y الدخل

• G النفقات

• g_r الايرادات

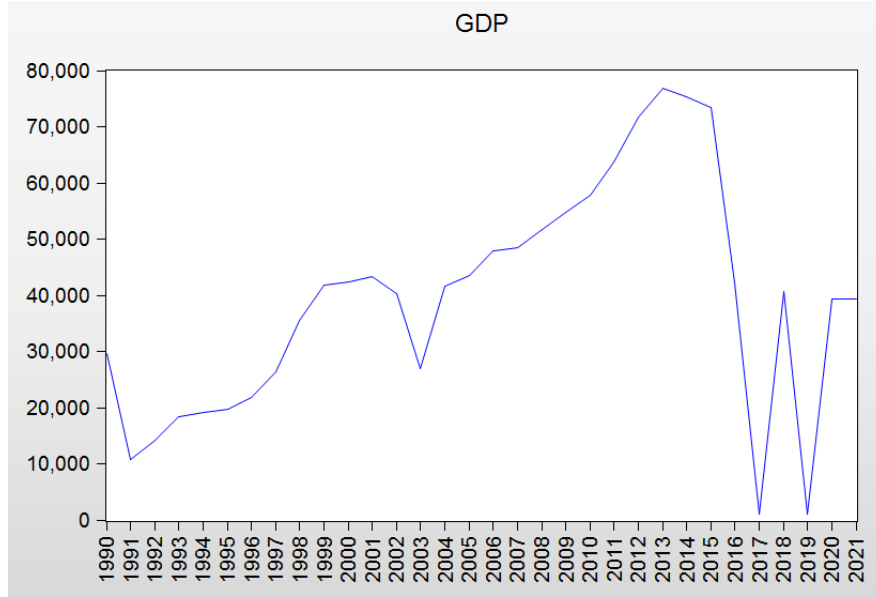
• M_2 عرض النقد

1- الناتج المحلي الاجمالي (GDP)

الناتج المحلي الإجمالي (Gross Domestic Product) أو (GDP) هو مقياس لقيمة السلع والخدمات الإجمالية التي يتم إنتاجها في اقتصاد دولة خلال فترة زمنية محددة، عادةً سنة واحدة. يُستخدم الناتج المحلي الإجمالي كمؤشر رئيسي لقياس النشاط الاقتصادي وحجم الاقتصاد في دولة معينة.

يتم حساب الناتج المحلي الإجمالي عن طريق جمع قيمة الإنتاج الإجمالية للسلع والخدمات في الاقتصاد، بما في ذلك الاستهلاك النهائي للأفراد والاستثمار والإنفاق الحكومي والصادرات والواردات. هناك طرائق مختلفة لحساب الناتج المحلي الإجمالي، مثل الطريقة الدخيلة والطريقة الإنفاقية والطريقة القيمة.

قيمة الناتج المحلي الإجمالي عادة ما تُعبر عنها بالعملة المحلية للدولة المعنية. يعد الناتج المحلي الإجمالي مؤشراً مهماً لمقارنة الاقتصادات المختلفة وتحليل أدائها الاقتصادي. والشكل (4-1) يمثل الناتج المحلي الإجمالي في العراق للمدة من 1990 ولغاية 2021 .

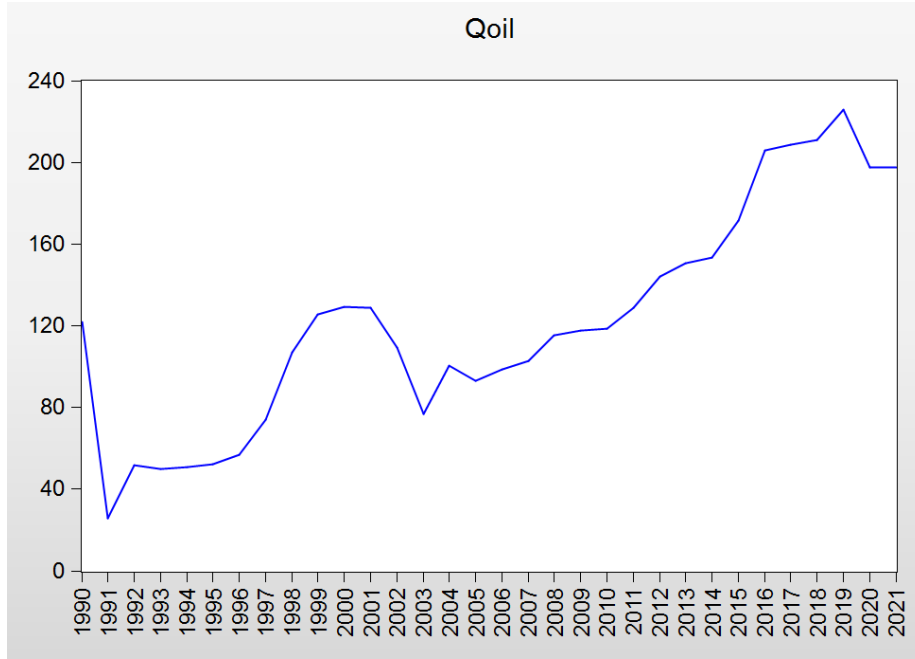


شكل (4-1) تطور الناتج المحلي الإجمالي في العراق للمدة (1990-2021)

نلاحظ من الشكل (4-1) ان تطور الناتج المحلي الإجمالي متذبذب وكذلك انخفاضاً ملحوظاً في المدة (2017-2019) ويرجع ذلك الى الوضع السياسي فضلاً عن ما يعانيه العراق من تدهور اقتصادي ملحوظ في مختلف القطاعات.

2- إجمالي كميات النفط المنتجة (Q_{oil})

يمكن أن يتغير إنتاج النفط باستمرار ويختلف من دولة إلى أخرى. و إجمالي كميات النفط المنتجة يتأثر بعوامل مثل الاستكشاف والتنقيب عن النفط، وتقنيات الاستخراج المستخدمة، والاستثمارات في صناعة النفط، والسياسات الحكومية، والعوامل الاقتصادية والبيئية الأخرى والشكل (2-2) يبين إجمالي كميات النفط المنتجة في العراق للمدة (1990-2021)

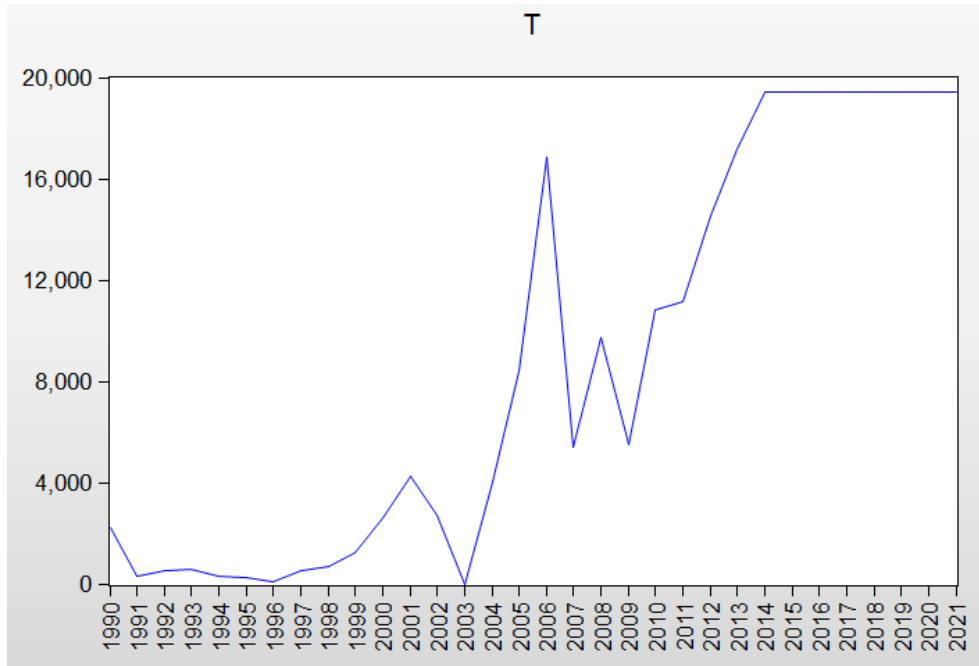


شكل (4-2) اجمالي كميات النفط المنتجة في العراق للمدة (1990-2021)

نلاحظ من الشكل (4-2) ان اجمالي كميات النفط المنتجة في العراق مرتفعة في سنة (1990) ثم انخفضت بشكل كبير في عام (1991) ومن ثم استمرت بالارتفاع من سنة (1992) ولغاية سنة (2021) ولكنها انخفضت في سنة (2002) بسبب الاحتلال الامريكي للعراق واعلى كمية نفط منتجة كانت في سنة (2019) بسبب كثرة الطلب العالمي والاستقرار السياسي في العراق.

3- الاستثمار T

يتعلق بالانفاق الرأسمالي على المشروعات الجديدة في قطاعات المرافق والبنية التحتية مثل مشروعات شق الطرق الرئيسية والفرعية ومشروعات تمديدات المياه وتمديدات الصرف الصحي وتهيئة المخططات العمرانية ومشروعات البناء والاسكان وتمديدات الكهرباء وتوليد الطاقة ، وكذلك مشروعات التنمية الاجتماعية في مجالات التعليم والصحة والاتصالات ، بالإضافة الى المشروعات التي تتعلق بالنشاط الاقتصادي لانتاج السلع والخدمات في القطاعات الانتاجية والخدمية ، ونلاحظ من بيانات السلسلة الزمنية للاستثمار ومعدل النمو السنوي والشكل (4-3) يمثل الاستثمار في العراق للمدة (1990-2021) .



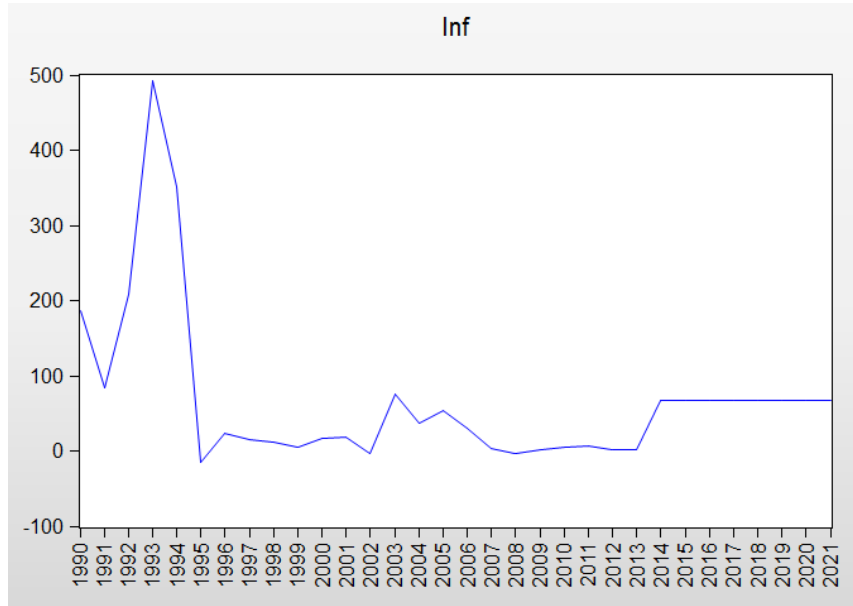
شكل (4-3) الاستثمار T في العراق للمدة (1990-2021)

نلاحظ من الشكل (4-3) وعن طريق تتبع قطاع الاستثمار في العراق ان هذا القطاع اخذ بالارتفاع منذ (1996) ولغاية (2001) ثم انخفض انخفاض كبير ووصل الى الصفر في عام (2003) وذلك بسبب سقوط النظام البائد ووضع العراق السياسي ومن بعد عام (2003) بدأ بالارتفاع وبلغ اعلى ارتفاع له في سنة (2005) ثم انخفض في عامي (2006) و (2009) ثم بدأ بالارتفاع للمدة (2014-2021) وكل هذا بسبب الاوضاع السياسية في البلد صرف الدولة عن الانفاق على هذا القطاع الضروري والمهمة للتنمية والنمو الاقتصادي في البلد في السنوات التي انخفض فيها الاستثمار. (8)

4- معدل التضخم Inf

يتأثر الاقتصاد العراقي بتضخم الشركاء التجاريين وذلك بسبب زيادة اعتماده على الواردات الاجنبية او ما يعرف (التضخم المستورد) والذي ينعكس سلبا على اقتصاده لانه يخلق ما يسمى بـ (حالة التوقعات التضخمية) التي هي أخطر من التضخم بحد ذاته لاسيما على موازنات الدول لانها تسرع من وتيرة تصاعد الرقم القياسي للأسعار، فيما يعتبر تضخم الشركاء التجاريين الرئيسيين من اهم المحددات التضخمية الطويلة الاجل،فضال عن ان زيادة مستوى النمو الاقتصادي قد لا تؤدي بالضرورة الى تراجع معدلات التضخم وذلك لتكررها النمو بشكل كبير في القطاع النفطي وليس في القطاعات غير النفطية والتي يساعد نموها على امتصاص الضغوط التضخمية ، الا ان الاستقرار الحاصل حالياً في سعر صرف الدينار

العراقي اولا والذي ادى الى استقرار التعاملات نسبيا والشكل (4-4) يمثل معدلات التضخم في العراق للمدة (1990-2021).

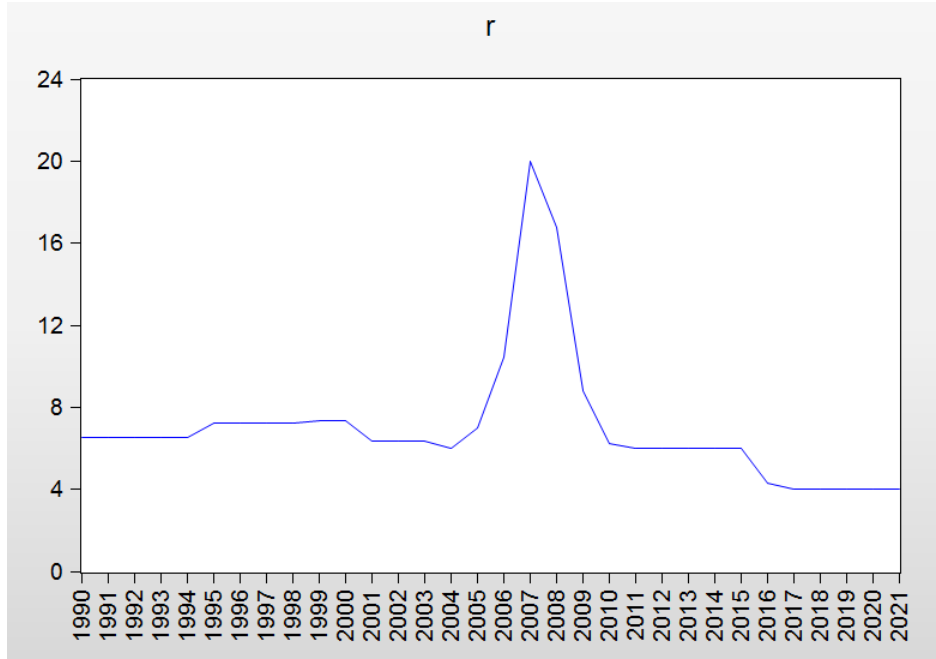


شكل (4-4) معدلات التضخم في العراق للمدة (1990-2021)

نلاحظ من الشكل (4-4) ان العراق مر بتضخم عالي في عام (1993) واستقر معدل التضخم للمدة (2021-1995) منخفضاً عن سنة (1993)

5- سعر الفائدة interest riate

هو معدل العائد الذي يتم فرضه على الأموال المستعارة أو المودعة. يتم تحديد سعر الفائدة عادة من قبل البنوك المركزية أو السلطات المالية لتنظيم السياسة النقدية وتحقيق الاستقرار الاقتصادي. لا يوجد سعر فائدة محدد بشكل عام يمكن ذكره هنا، اذ يختلف سعر الفائدة من بلد إلى آخر ومن سياق إلى آخر. علاوة على ذلك، يتغير سعر الفائدة بشكل دوري ويتأثر بالعديد من العوامل الاقتصادية والسياسية. مزاحم (8)



شكل (4-5) سعر الفائدة في العراق للمدة (1990-2021)

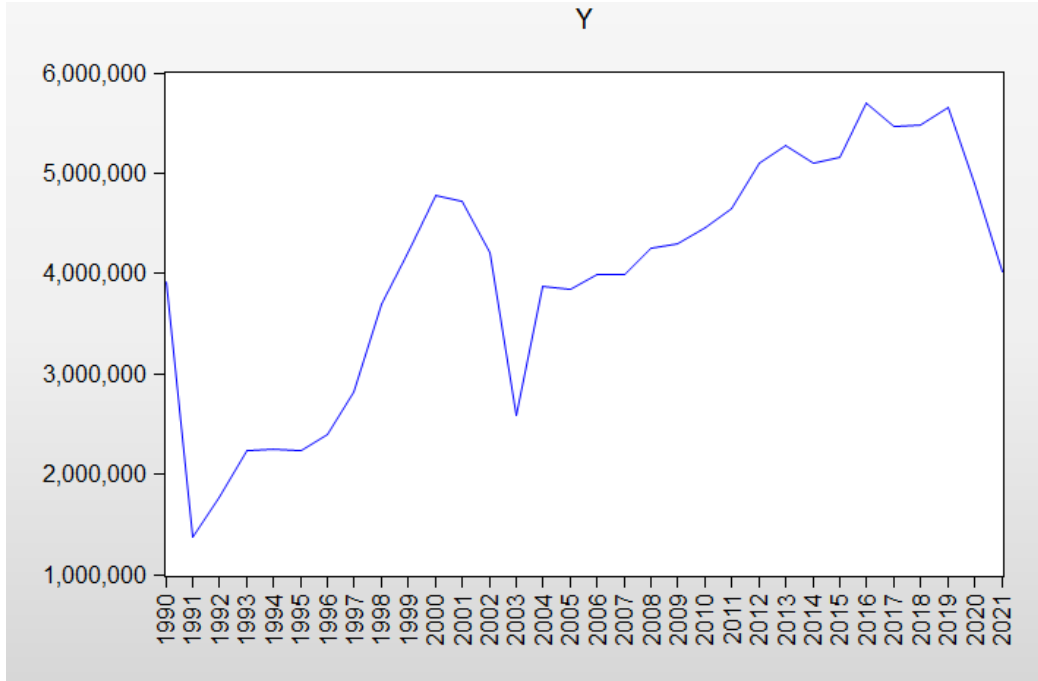
نلاحظ من الشكل (4-5) ان العراق ان سعر الفائدة مستقرة في المدة (1990-2002) والمدة (2010-2021) ولكن هنالك ارتفاع ملحوظ في سعر الفائدة في المدة (2005-2009) و اعلى سعر فائدة كانت في سنة (2007) وذلك بسبب التطورات في صناعة النفط والاستجابة للطلب العالمي.

6- الدخل Y

الدخل هو المبلغ الذي يحصل عليه الفرد أو الشركة أو الجهة في مدة زمنية محددة من الأنشطة الاقتصادية التي يقومون بها. يتكون الدخل من مجموعة متنوعة من المصادر مثل الرواتب والأجور، والأرباح من الأعمال التجارية، والعوائد من الاستثمارات، والفوائد على الودائع المصرفية، والإيجارات، والمنح الحكومية، والدخل الحكومي الذي يتم تحصيله من الضرائب. (5)

يمكن تصنيف الدخل إلى دخل شخصي للأفراد ودخل الشركات ودخل الحكومة. قد يتفاوت مستوى الدخل بشكل كبير بين الأفراد والدول والقطاعات الاقتصادية المختلفة، ويعد الدخل عاملاً رئيساً في تحديد مستوى المعيشة والاستدامة الاقتصادية.

ويعد الدخل القومي مؤشراً مهماً يعكس قدرة الدولة ودرجة النمو الاقتصادي التي يحققها فقد تأثر الدخل القومي في العراق بالتغيرات التي حصلت بعد عام 2003 ونلاحظ من بيانات السلسلة الزمنية للدخل القومي تطور الدخل القومي في العراق للمدة (1990-2021).



شكل (4-6) الدخل في العراق للمدة (1990-2021)

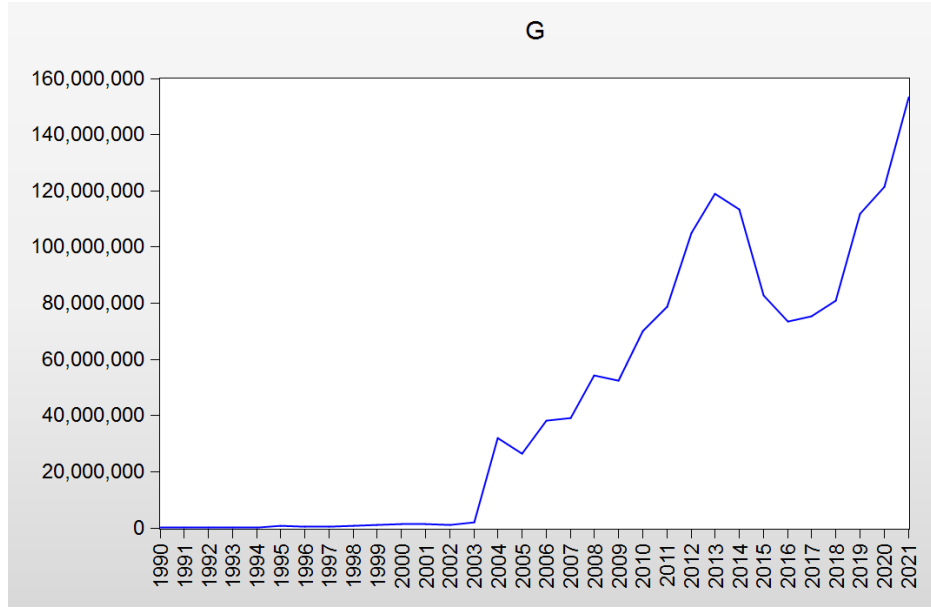
نلاحظ من الشكل (4-6) ان الدخل في العراق ان هنالك تزايداً مستمراً في الدخل القومي عدا سنة (1991) متأثراً بالاضاع السياسية في العراق والانتفاضة الشعبانية . وكذلك في سنة (2003) بسبب الاحتلال الامريكي للعراق. وفي سنة (2021) انخفض الدخل القومي في العراق بسبب كثرة الاستيرادات للبضائع والسلع وايقاف التصدير وعدم الاعتماد على السلع المحلية.

7- النفقات G

هي المبالغ المالية التي تصرفها الحكومة في سياق تأدية وظائفها وتلبية احتياجات المجتمع. تشمل نفقات الدولة مجموعة واسعة من البنود التي تغطي مختلف القطاعات والخدمات العامة. هنا بعض الأمثلة على نفقات الدولة:

- 1- رواتب الموظفين الحكوميين: تشمل رواتب الموظفين في القطاع العام، بما في ذلك المعلمين والأطباء والموظفين الإداريين وغيرهم (5).
- 2- التعليم والصحة: تخصص الحكومة موارد مالية لتطوير وتحسين البنية التحتية للمدارس والجامعات والمستشفيات، وتوفير الخدمات التعليمية والرعاية الصحية للمواطنين.
- 3- الأمن والدفاع: تشمل هذه النفقات تمويل القوات العسكرية والشرطة والأمن العام، وشراء المعدات والأسلحة، وتطوير البنية التحتية الأمنية.

- 4- البنية التحتية والنقل: تخصص الحكومة ميزانية لتطوير الطرق والجسور والمطارات والموانئ، وتحسين وسائل النقل العام مثل القطارات والحافلات.
- 5- الرعاية الاجتماعية: تتضمن هذه النفقات توفير الدعم المالي للفئات الضعيفة والمحتاجة مثل الأيتام وكبار السن وذوي الإعاقة، وتقديم الخدمات الاجتماعية مثل الرعاية الصحية والإسكان.
- 6- البحث والتطوير: تستثمر الحكومة في البحث العلمي والتطوير التكنولوجي لتعزيز الابتكار وتحسين الصناعات والخدمات



شكل (4-7) النفقات في العراق للمدة (1990-2021)

نلاحظ من الشكل (4-7) ان نفقات الدولة كانت مستقرة ومنخفضة من سنة (1990) ولغاية سنة (2003) بعدها بدأ انفاق الدولة بالارتفاع بسبب زيادة توجهات الدولة نحو الاعمار والتعليم والبنى التحتية والنقل والصحة . ونلاحظ ان النفقات انخفضت في عام 2019 بسبب جائحة كورونا .

8- الإيرادات Revenues

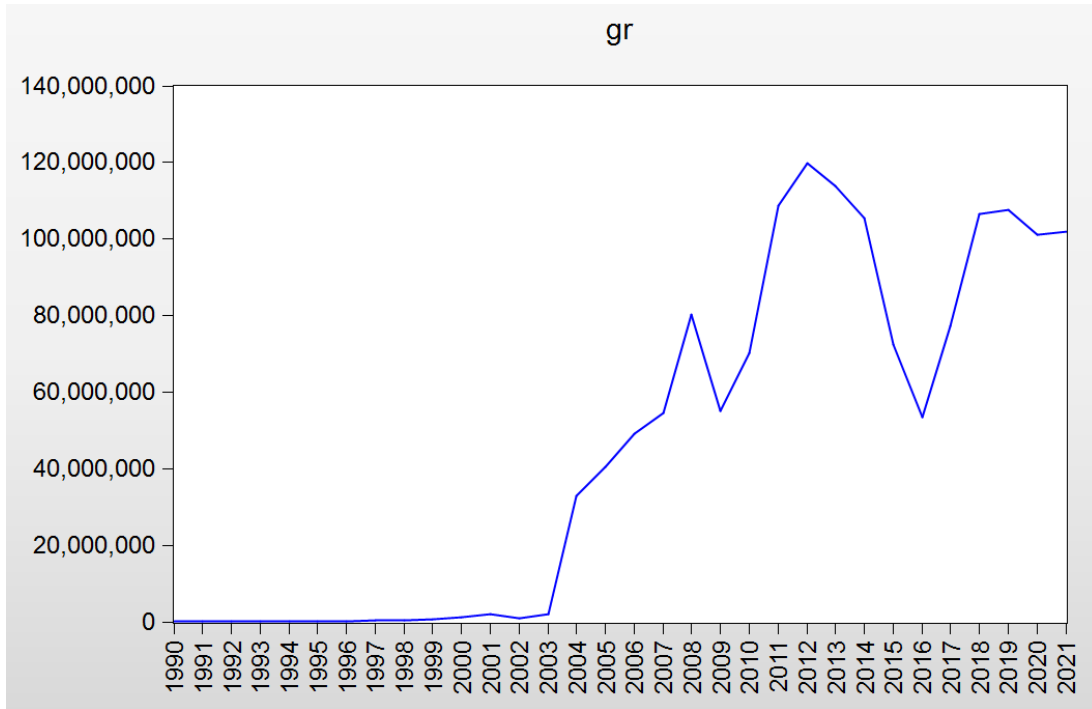
الإيرادات هي المدخلات المالية التي تحصل عليها الحكومة من مصادر متنوعة لتمويل نفقاتها وتلبية احتياجات المجتمع. تشمل إيرادات الدولة مجموعة واسعة من المصادر، ومن بينها:

- 1- الضرائب: تشمل الضرائب على الدخل، والضرائب على الشركات، وضرائب المبيعات، والضرائب العقارية، وضرائب الجمارك، وغيرها من الضرائب التي تفرضها الحكومة على الأفراد والشركات.
- 2- الرسوم والتراخيص: تتضمن رسوم المرافق العامة مثل الماء والكهرباء والغاز، ورسوم التراخيص للأعمال التجارية والمهن المختلفة.

3- الإيرادات غير الضريبية: تشمل هذه الفئة الإيرادات التي تحصل عليها الحكومة من بيع الأصول العامة مثل الأراضي والممتلكات، والعوائد على الاستثمارات الحكومية والأرباح من الشركات الحكومية.

4- القروض والاقتراض: تلجأ الحكومات أحياناً إلى القروض والاقتراض من الجهات المالية المحلية والدولية لتمويل نفقاتها ومشاريع التنمية.

5- المنح والهبات: قد تتلقى الحكومة منحاً وهبات من دول أخرى أو منظمات دولية لدعم تنمية مشاريع محددة أو للمساعدة في حالات الطوارئ والأزمات.



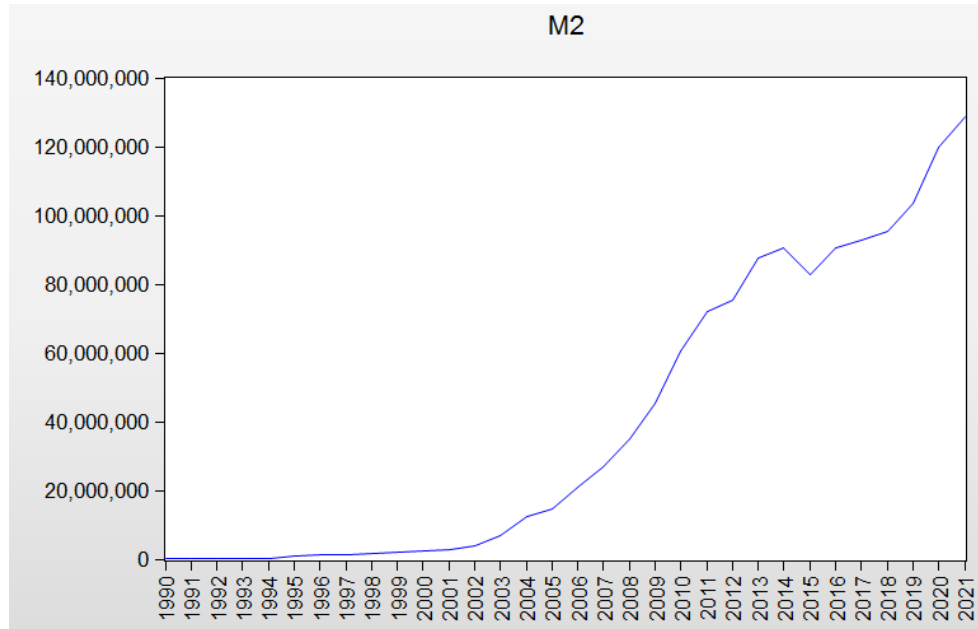
شكل (4-8) الإيرادات في العراق للمدة (1990-2021)

نلاحظ من الشكل (4-8) استقرار حجم الإيرادات في العراق للمدة من (1990) ولغاية (2003) وبعد سنة (2003) بدأ إيرادات العراق بالارتفاع بسبب زيادة صادرات النفط وزيادة الضرائب والحصول على قروض من البنك الدولي.

9- عرض النقد cash offer

عرض النقد هو المبلغ الإجمالي من النقد والودائع المصرفية المتاحة في الاقتصاد للاستعمال. يتألف عرض النقد عادةً من مجموعة من المكونات التالية:

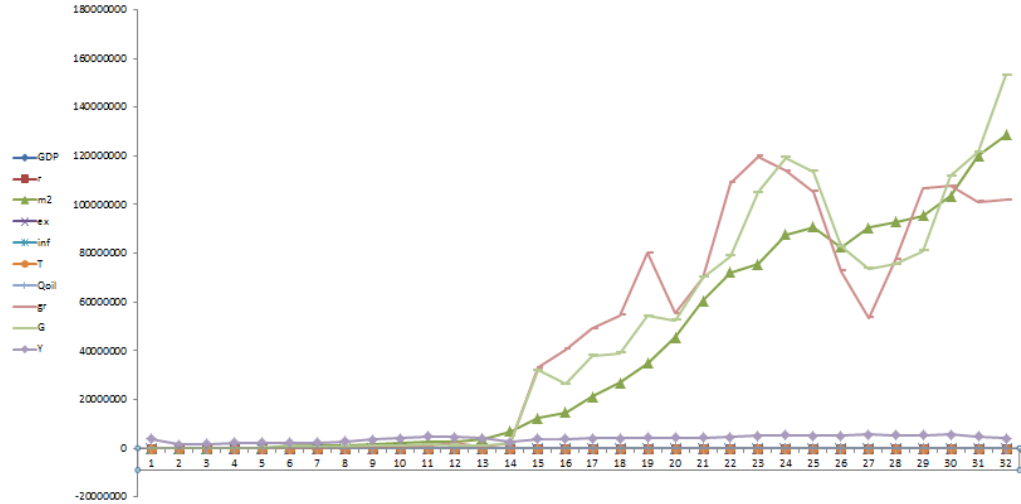
- 1- النقد النقدي: (M_0) يتمثل في العملة الورقية والنقود المعدنية المتداولة في الاقتصاد. يشمل النقد النقدي الأوراق النقدية والقطع النقدية التي يمكن استعمالها مباشرة كوسيلة للدفع.
- 2- الودائع البنكية: (M_1) تشمل الودائع الجارية في البنوك التجارية والتي يمكن الوصول إليها بسهولة واستعمالها للدفع المباشر. تشمل الودائع البنكية الحسابات الجارية وحسابات الشيكات وبطاقات الصراف الآلي. (11) (1)
- 3- الودائع المصرفية: (M_2) تشمل الودائع البنكية بالإضافة إلى الودائع ذات الصلة بالمدفوعات والمعاملات المالية. تشمل الودائع المصرفية أيضاً الودائع ذات المدة المحددة وشهادات الودائع.
- 4- تتغير مكونات عرض النقد وحجمها بناءً على سياسات البنك المركزي والأحداث الاقتصادية. يهدف البنك المركزي إلى ضبط عرض النقد لتحقيق الاستقرار النقدي وتنظيم النشاط الاقتصادي. قد تشمل أدوات سياسة النقد المتاحة للبنك المركزي ضبط معدلات الفائدة وسياسات السيولة للتأثير في عرض النقد. (5)



شكل (9-4) عرض النقد في العراق للمدة (1990-2021)

نلاحظ من الشكل (4-9) ان هنالك ارتفاع في عرض النقد بسبب كثرة التداولات البنكية والودائع والقروض والمعاملات المالية.

والشكل (4-10) يبين تطور جميع المتغيرات الاقتصادية الداخلة محل الدراسة للمدة (1990-2021)



الشكل (4-10) تطور جميع المتغيرات الاقتصادية الداخلة في الدراسة للمدة (1990-2021)

4-3 التحليل الاحصائي لبعض المتغيرات الاقتصادية في العراق:

(Statistical analysis)

في هذه الفقرة تم بناء وقياس وتحليل العلاقة بين المتغيرات الاقتصادية ثنائية الاتجاه باستعمال الطرائق الاحصائية المتمثلة بتحليل الانحدار بواسطة طريقة المربعات الصغرى الخطية ذات المرحلتين (Two Stage Least square method) و طريقة المربعات الصغرى الخطية ذات الثلاث مراحل (Three Stage Least square method (LS3S) و طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات المرحلتين (Non-Linear Two Stage Least square method (NLLS2S) و طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل (Non-Linear Three Stage Least square method (NLLS3S) و طريقة بيز ذات المرحلتين (Bayesian Two Stage method (Bayes2S) و طريقة المربعات الصغرى اللاخطية ذات الثلاث مراحل (Bayesian Three method (Bayes3S). وفيما يأتي خطوات تقدير الانموذج: (5) (4) (22)

1- انموذج الدراسة المقترح :

المعادلة التعريفية :

$$GDP = f(r, M_2, Inf, G)$$

$$GDP = \alpha_1 + \beta_1 r + \beta_2 M_2 + \beta_3 Inf + \beta_4 G + U_1 \quad \dots (1-4)$$

يفترض الانموذج الاقتصادي ان هنالك علاقة ايجابية بين الناتج المحلي الاجمالي وسعر الفائدة وعرض النقد ومعدل التضخم والنفقات اذ ان زيادة اي منها يؤدي الى زيادة الناتج المحلي الاجمالي وزيادة نسبة مساهمته في النشاط الاقتصادي.

المعادلات السلوكية:

$$r = f(M_2, Y, Inf)$$

$$= \alpha_2 + \beta_5 M_2 + \beta_6 Y + \beta_7 Inf + U_2 \quad \dots (2-4)$$

$$M_2 = f(G, g_r, Q_{oil}, Y)$$

$$= \alpha_3 + \beta_8 G + \beta_9 g_r + \beta_{10} Q_{oil} + \beta_{11} Y + U_3 \quad \dots (3-4)$$

$$G = f(Q_{oil}, r, M_2)$$

$$= \alpha_4 + \beta_{12} Q_{oil} + \beta_{13} r + \beta_{14} M_2 + U_4 \quad \dots (4-4)$$

2- اختبار استقرارية بيانات السلاسل الزمنية :

تم التحقق من استقرارية بيانات السلاسل الزمنية عن طريق فحص خواص كل متغير من المتغيرات الاقتصادية وفقاً لاختبار جذ الوحدة ديكي – فولر (DAF) ونتائج اختبار جيكي-فولر موضحة في الجدول (4-1) ومستوى الاستقرارية المناسب للسلاسل الزمنية محل الدراسة. (2)

جدل (1-4) نتائج اختبار جيكي-فولر للسلاسل الزمنية محل الدراسة

متغير الدراسة	قيمة اختبار DAF	القيمة الحرجة عند مستوى معنوية %5	القيمة الاحتمالية Prob.	مستوى استقرار السلسلة
GDP الناتج المحلي الاجمالي	-8.265161	-2.963972	0.0000	الاول
Q _{oil} اجمالي كميات النفط المنتجة	-9.035283	-2.963972	0.0000	الاول
T الاستثمار	-8.107385	-2.963972	0.0000	الاول
Inf معدل التضخم	-5.116692	-2.963972	0.0002	الاول

سعر الفائدة r	-3.25296	-2.963972	0.0266	في المستوى
Y الدخل	-7.104401	-2.963972	0.0000	الاول
G النفقات	-3.196690	-2.963972	0.0248	الاول
g _r الايرادات	-4.365542	-2.963972	0.0018	الاول
M ₂ عرض النقد	-4.446347	-2.963972	0.0019	الثاني

نلاحظ من جدول (1-4) ان قيمة احصاء (t) لاختبار ديكي فولر اكبر من القيمة الحرجة لكل من بيانات سعر الفائدة r لذلك نرفض الفرض العدمي ونقبل الفرض البديل الذي ينص على ان بيانات السلسلة الزمنية مستقرة عند المستوى. اما السلاسل الزمنية (GDP الناتج المحلي الاجمالي-Qoil اجمالي كميات النفط المنتجة-T الاستثمار-Inf معدل التضخم-Y الدخل-G- النفقات-gr الايرادات) فانها غير مستقرة عند المستوى لذلك تم اخذ الفرق الاول لها الذي استقرت عنه المتغيرات المذكورة. اما المتغير عرض النقد M₂ فانه كان غير مستقر لا عند المستوى ولا عند الفرق الاول لذلك تم اخذ الفرق الثاني له والذي عنده استقرت بيانات السلسلة الزمنية.

3- دراسة شروط التشخيص في نموذج الدراسة :

1- شرط الدرجة :

لكي تكون المعادلة مشخصة وهذا ما تطلبه طرائق التقدير كافة عدا طريقة بيز فهي تطبق في حالة كون المعادلات مشخصة او غير مشخصة فانه لا بد من ان تكون عدد المتغيرات المحددة مسبقاً (متغيرات خارجية ومتغيرات داخلية ذات فترة ابطاء) والمستبعدة من المعادلة اكبر او يساوي عدد المتغيرات الداخلية المتضمنة في الجانب الايمن من المعادلة مطروحاً منها واحد والجدول (4-4) يبين نتائج تطبيق شرط الدرجة وكما يلي

جدول (2-4) نتائج اختبار شرط الدرجة لتشخيص المعادلات الآتية

رقم المعادلة في النظام	m	K	S	النتيجة
1	3	9	3	فوق التشخيص
2	4	9	3	فوق التشخيص
3	3	9	3	فوق التشخيص

نلاحظ من جدول (2-4) ان جميع المعاملات في المنظومة هي فوق التشخيص وهذا شرط ضروري لتطبيق طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين وطريقة المربعات الصغرى ذات الثلاث مراحل (الخطية

واللاخطية) ولكن طريقة بيز لا تتطلب توافر هذا الشرط كون ان طريقة بيز تطبق في كل حالات منظومة المعادلات الآتية حتى ولو كانت غير مشخصة تماماً. (2)، (5)

2- شرط الرتبة:

لتحقيق هذا الشرط لابد من انشاء جدول معاملات المعادلات الهيكلية وكالاتي:

جدول (3-4)

معاملات المعادلات الهيكلية

Variable	GDP	Q _{oil}	T	Inf	r	Y	G	g _r	M ₂
Equation 1	0	0	0	1	0	1	0	0	1
Equation 2	0	1	0	0	0	1	1	1	0
Equation 3	0	1	0	0	1	0	0	0	1

تقدير منظومة المعادلات الآتية:

لغرض تقدير معادلات المنظومة الانية وبما انه طريقة بيز ذات الثلاث مراحل كونها حققت اعلى نسبة افضلية على باقي طرئق التقدير عند حجم العينة (n=10, 100) لذلك سيتم التحليل باستعمال طريقة بيز ذات الثلاث مراحل اذ كانت نتائج التحليل كما يأتي:

جدول (4-4) نتائج تحليل انموذج بيز ذو الثلاث مراحل للمعادلة الاولى

Variable	Coefficient	Std. Error	t-statistics	Prob.
Constant	8.45644	0.21235	39.823122	0.00786
m2	-0.90766	0.04346	-20.884952	0.00345
Y	0.89778	0.05233	17.156125	0.00324
Inf	-0.96877	0.0399	-24.27995	0.00897
R-Squared	0.67866	0.03234	20.985158	
F-Statistics	46.7966			
Prob(F-Statistic)	0			

يتضح من جدول (4-4) ما يأتي:

- (1) معنوية نموذج الانحدار البيزي ذو الثلاث معلمات وذلك لان القيمة الاحتمالية لاختبار F والبالغة (0.000) اقل من مستوى المعنوية 5% .
- (2) فسرت معادلة الانحدار مانسبته (68%) من التغيرات التي تطرأ على سعر الفائدة اي ان المتغيرات (عرض النقد، الدخل، معدل التضخم) تؤثر على السعر الفائدة بنسبة 68% والنسبة المتبقية (32%) فتعود الى متغيرات عشوائية اخرى لم تؤخذ بنظر الاعتبار في هذه المعادلة.
- (3) هنالك علاقة عكسية معنوية بين سعر الفائدة ,وعرض النقد وهذا ما بينه معامل الانحدار $(\beta_1 = -0.90766)$ اي ان زيادة وحدة واحدة من عرض النقد فانه يؤدي الى انخفاض سعر الفائدة بنسبة (91%)، كذلك هنالك علاقة عكسية معنوية بين سعر الفائدة ومعدل التضخم وهذا ما بينه معامل الانحدار $(\beta_3 = -0.96877)$ اي ان زيادة وحدة واحدة من معدل التضخم فانه يؤدي الى انخفاض سعر الفائدة بنسبة (97%).
- (4) هنالك علاقة طردية معنوية بين سعر الفائدة والدخل وهذا ما بينه معامل الانحدار $(\beta_2 = 0.89778)$ اي ان زيادة وحدة واحدة من الدخل فانه يؤدي الى زيادة سعر الفائدة بنسبة (90%)
- (5) بلغت قيمة الحد الثابت لمعادلة الانحدار $(\beta_0 = 8.45644)$ والذي يدل على انه اذا كانت جميع المتغيرات الداخلية في المنظومة تساوي صفر فان قيمة سعر الفائدة لن تقل عن هذه القيمة.
- جدول (5-4) نتائج تحليل نموذج بيز ذو الثلاث مراحل للمعادلة الثانية

Variable	Coefficient	Std. Error	t-statistics	Prob.
Constant	38967331.01875	735.91299	52951.00311	0.00000
G	0.90767	0.04346	20.88509	0.00367
Gr	0.67787	0.05233	12.95376	0.00554
Qoil	0.56675	0.05233	10.83031	0.00546
Y	0.66899	0.03990	16.76667	0.00897
R-Squared	0.78855	0.02217	35.56834	
F-Statistics	76.46785			
Prob(F-Statistic)	0.00000			

يتضح من جدول (5-4) ما يأتي:

- (1) معنوية نموذج الانحدار البيزي ذو الثلاث معلمات وذلك لان القيمة الاحتمالية لاختبار F والبالغة (0.000) اقل من مستوى المعنوية 5% .

(2) فسرت معادلة الانحدار مانسبته (79%) من التغيرات التي تطرأ على عرض النقد اي ان المتغيرات (النفقات، ، الايرادات ، اجمالي كميات النفط المنتجة الدخل)، تؤثر على السعر الفائدة بنسبة 79% والنسبة المتبقية (21%) فتعود الى متغيرات عشوائية اخرى لم تؤخذ بنظر الاعتبار في هذه المعادلة.

(3) هنالك علاقة طردية معنوية بين عرض النقد والنفقات وهذا ما بينه معامل الانحدار $\beta_1 = 0.90767$ اي ان زيادة وحدة واحدة من النفقات فانه يؤدي الى زيادة سعر الفائدة بنسبة (91%)

(4) هنالك علاقة طردية معنوية بين عرض النقد والاييرادات وهذا ما بينه معامل الانحدار $\beta_2 = 0.67787$ اي ان زيادة وحدة واحدة من عرض النقد فانه يؤدي الى زيادة الايرادات بنسبة (68%)

(5) هنالك علاقة طردية معنوية بين عرض النقد واجمالي كميات النفط المنتجة وهذا ما بينه معامل الانحدار $\beta_3 = 0.56675$ اي ان زيادة وحدة واحدة من اجمالي كميات النفط المنتجة فانه يؤدي الى زيادة عرض النقد بنسبة (57%)

(6) هنالك علاقة طردية معنوية بين عرض النقد والدخل وهذا ما بينه معامل الانحدار $\beta_4 = 0.66899$ اي ان زيادة وحدة واحدة من الدخل فانه يؤدي الى زيادة عرض النقد بنسبة (67%).
(7) بلغت قيمة الحد الثابت لمعادلة الانحدار $\beta_0 = 38967331.01875$ والذي يدل على انه اذا كانت جميع المتغيرات الداخلية في المنظومة تساوي صفر فان قيمة عرض النقد لن تقل عن هذه القيمة.

جدول (4-6) نتائج تحليل انموذج بيز ذو الثلاث مراحل للمعادلة الثالثة

Variable	Coefficient	Std. Error	t-statistics	Prob.
Constant	45944511.34563	423.44530	108501.64436	0.00000
Qoil	0.94353	0.01346	70.23254	0.00211
R	0.33567	0.05233	6.41448	0.00333
m2	-0.97850	0.05233	-18.69864	0.00113
R-Squared	0.60975	0.02217	27.50338	
F-Statistics	76.46785			
Prob(F-Statistic)	0.00000			

يتضح من جدول (4-7) ما يأتي:

(1) معنوية انموذج الانحدار البيزي ذو الثلاث معلمات وذلك لان القيمة الاحتمالية لاختبار F وبالغة (0.000) اقل من مستوى المعنوية 5% .

(2) فسرت معادلة الانحدار مانسبته (61%) من التغيرات التي تطرأ على الايرادات اي ان المتغيرات (اجمالي كميات النفط المنتجة ، سعر الفائدة، عرض النقد) تؤثر على السعر الفائدة بنسبة 79% والنسبة المتبقية (21%) فتعود الى متغيرات عشوائية اخرى لم تؤخذ بنظر الاعتبار في هذه المعادلة.

(3) هنالك علاقة طردية معنوية بين الايرادات وسعر الفائدة وهذا ما بينه معامل الانحدار $(\beta_2 = 0.33567)$ اي ان زيادة وحدة واحدة من سعر الفائدة فانه يؤدي الى زيادة الايرادات بنسبة (34%)، كذلك توجد هنالك علاقة طردية معنوية بين اجمالي الايرادات و اجمالي كميات النفط المنتجة وهذا ما بينه معامل الانحدار $(\beta_1 = 0.94353)$ اي ان زيادة وحدة واحدة من اجمالي كميات النفط المنتجة فانه يؤدي الى زيادة الايرادات بنسبة (94%).

(4) هنالك علاقة عكسية معنوية بين عرض النقد والايرادات وهذا ما بينه معامل الانحدار $(\beta_3 = -0.97850)$ اي ان زيادة وحدة واحدة من عرض النقد فانه يؤدي الى خفض الايرادات بنسبة (98%).

(5) هنالك علاقة طردية معنوية بين الايرادات وسعر الفائدة وهذا ما بينه معامل الانحدار $(\beta_2 = 0.33567)$ اي ان زيادة وحدة واحدة من سعر الفائدة فانه يؤدي الى زيادة الايرادات بنسبة (34%)، كذلك توجد هنالك علاقة طردية معنوية بين الايرادات و اجمالي كميات النفط المنتجة وهذا ما بينه معامل الانحدار $(\beta_1 = 0.94353)$ اي ان زيادة وحدة واحدة من اجمالي كميات النفط المنتجة فانه يؤدي الى زيادة الايرادات بنسبة (94%).

(6) بلغت قيمة الحد الثابت لمعادلة الانحدار $(\beta_0 = 45944511.34563)$ والذي يدل على انه اذا كانت جميع المتغيرات الداخلية في المنظومة تساوي صفر فان قيمة عرض النقد لن تقل عن هذه القيمة.

والجدول (4-8) يبين خلاصة النتائج للمعادلات التقديرية بموجب طرائق التقدير الثلاث

جدول (4-7) نتائج للمعادلات التقديرية بموجب طرائق التقدير الثلاث

المعادلة	P-value	R ²	S _e ²
1	0.00000	0.78855	0.13169
2	0.00000	0.67866	0.11138
3	0.00000	0.60975	0.15102

نلاحظ من جدول (4-7) ان المعادلة الثانية كانت هي الفضلى كونها حققت اقل متوسط مربعات خطأ . لذلك سنقوم بالتنبأ وفق هذه المعادلة وكما يأتي:

ان المعادلة التقديرية ستكون كالآتي:

$$M_2 = f(G, g_r, Q_{oil}, Y)$$

$$= 38967331.01875 + 0.90767G + 0.67787 g_r + 0.56675Q_{oil} + 0.66899Y$$

... (4-4)

فان القيمة التقديرية لسنة (2021) ستكون (125578286.7) وهي متسقة مع القيمة الحقيقية لنفس العام والبالغة (128653000) وعلية فان القيم التقديرية للاعوام (2022-2026) ستكون :

جدول (4-8) القيم التنبأ التقديرية للاعوام (2022-2026)

2022	2023	2024	2025	2026
126688356	127788331	128888319	136745076	169682868

اي ان المبلغ الإجمالي من النقد والودائع البنكية المتاحة في الاقتصاد للاستعمال ستكون بتزايد في الاعوام القادمة.

الفصل الخامس

الاستنتاجات

والتوصيات

1-5 الاستنتاجات (Conclusions):

استنادا الى النتائج المستحصلة من الجانبى التجريبي و التطبيقى (الحقيقى) يمكن تلخيص الاستنتاجات كما يلى:

1- عن طريق نتائج تجارب المحاكاة يتبين ان حققت الطرائق البيزية اعلى نسب افضلية من الطرائق الخطية واللاخطية باعلى نسبة افضلية بلغت (52%) بالمقارنة مع طرائق التقدير الاخرى قيد الدراسة .

2- الطرائق البيزية اللاخطية ذات الثلاث مراحل قد اخذت المرتبة الاولى ومن ثم تليها طريقة بيز ذات المرحتين ثم الطرائق الاخرى في تقدير منظومة المعادلات الآنية عند احجام عينات مختلفة .

3- عند المقارنة بين طرائق التقدير كانت طريقة بيز ذات المرحتين وذات الثلاث مراحل افضل من باقى طرائق التقدير عند احجام العينات ($n=10, 100$) بنسبة افضلية بلغت (24%) لطريقة بيز ذات المرحتين و (28%) لطريقة بيز ذات الثلاث مراحل ونسب قليلة عند احجام العينات ($n=40, 1000$) ولكن عند هذه الطريقة كان معيار المقارنة AIC في حين حقق اعلى قيمة له عند هاتين الطريقتين ولكنه تقل قيمته كلما زاد حجم العينة . وهذا يدل على انه كلما زاد تعقيد طريقة تقدير المعادلات الآنية زاد معها معيار المسافة الاقليدية. وقل وصار اقرب لباقى الطرائق كلما زاد حجم العينة.

4- تناقص قيم المعايير الاحصائية المستخدمة في المقارنة بين افضلية طرائق التقدير وهي كل من والانحراف المعياري للمسافة الإقليدية $D_{\delta\delta}$ ، ومعيار معلومات اكاىي AIC ، والانتروبيا $H(e)$ لطرائق تقدير منظومة المعادلات الآنية كل زاد حجم العينة وهذا يلائم النظرية الاحصائية الخاصه بها بهذه المعايير.

5- الحصول على تقديرات تتفق مع النظرية الاقتصادية ومع الواقع الفعلي، معززة بالنظرية الإحصائية.

6- من نتائج التطبيق العملي تبين أن العلاقة التي تحكم الأسعار العالمية للنفط تخضع لعوامل السياسة والعوامل المؤثرة فيها، أي أن الأسعار النفط تتحدد بناء على توافقات المصدرين الرئيسيين للنفط وتأتي هذه النتيجة بسبب أن طرائق حل المنظومة تأخذ بنظر الاعتبار العلاقات التبادلية بين المتغيرات المختلفة في المنظومة.

7- توجد علاقة مباشرة بين الناتج المحلي الاجمالي والنفقات ، ومن ثم فإن الزيادات في الناتج المحلي الإجمالي تؤدي الى زيادة النفقات .

7- توجد علاقة عكسية معنوية بين عرض النقد والايرادات وهذا ما بينه معامل الانحدار اي ان زيادة

وحدة واحدة من عرض النقد فانه يؤدي الى خفض الایرادات بنسبة ، وكذلك هنالك علاقة عكسية

معنوية بين سعر الفائدة ومعدل التضخم اي ان زيادة وحدة واحدة من معدل التضخم فانه يؤدي الى

انخفاض سعر الفائدة، هنالك علاقة عكسية معنوية بين سعر الفائدة والناتج المحلي الاجمالي اي ان

زيادة وحدة واحدة من سعر الفائدة فانه

8- يؤدي الى انخفاض الناتج المحلي الاجمالي.

9- هنالك علاقة طردية معنوية بين الايرادات واجمالي كميات النفط المنتجة أي ان زيادة وحدة واحدة من اجمالي كميات النفط المنتجة فانه يؤدي الى زيادة الايرادات، هنالك علاقة طردية معنوية بين عرض النقد والنفقات اي ان زيادة وحدة واحدة من النفقات فانه يؤدي الى زيادة سعر الفائدة، هنالك علاقة طردية معنوية بين سعر الفائدة والدخل اي ان زيادة وحدة واحدة من الدخل فانه يؤدي الى زيادة سعر الفائدة.

10- ان اختبار ديكي – فولر (DAF) قدم تحسينات كبيرة على الاختبارات الشائعة الاستعمال في استقرار السلسلة الزمنية عن طريق تطبيقه على البيانات الحقيقية وكذلك اختبارات (الانحراف المعياري للمسافة الإقليدية $D_{\delta\delta}$ ، ومعيار معلومات اكايكي AIC ، والانتروبيا $H(e)$) اظهرت اداء رائعاً لمحاكات مونتي كارلو للمقارنة عن افضلية طرائق التقدير .

11-اوضحت الدراسة جودة استعمال المعادلات الانية في التحليل الاقتصادي والقياسي .

1-5 التوصيات (Recommendations):

1- استعمال الباحثين طريقة بيز اللاخطية ذات الثلاث مراحل في تقدير المعادلات الانية .

2 -استعمال مغيرات اخرى غير تلك المعتمدة في هذه الدراسة مثل(الزراعية والصناعيةلخ) اي ان الاستمرار بالبحوث في هذا المجال لما لها من أهمية في تعزيز البحث العلم.

3- التوسع باستعمال ودراسة طراق اخرى غير تلك المستخدمة في الرسالة لتقدير المعادلات الانية.

4- توصي الباحثة الاحتفاظ بسجل جميع البيانات مع اي تفسير ممكن لها او اي معلومات وتغيرات تخص البيانات قيد الدراسة .

5-قيام الجهات ذات العلاقة (الجامعات، مراكز الابحاث ، التخطيط) في الاستمرار بمزيد من هذه الابحاث لغرض معالجة بعض النواقص التي اظهرتها فرضيات الدراسة المختلفة عند استعمال النماذج الاحصائية لغرض اثباتها او نفيها ومن الممكن ان تكون هذه المرة على مستوى النشاط الصناعي وفروعها وليس فقط على مستوى قطاع النفط وان التجانس الفني على مستوى النشاط الصناعي هو اكثر منها على مستوى القطاع الصناعي والذي يغطي أنشطة صناعية ذات فنون انتاجية وصناعية مختلف .

6- العمل بجد على تحسين صورة البيانات الإحصائية ذات العلاقة بالقطاع الصناعي التي تجمعها الجهات ذات العلاقة (الصناعة ، التخطيط) لأن من شأن ذلك ان يعكس صورة حقيقية لواقع هذا القطاع والعمل على تطويره.

8- الأخذ بنظر الاعتبار من المؤسسات الحكومية ذات العلاقة النتائج التي توصلت اليها الدراسة.

المصادر

1. حامد عبد القوي محمد الخواجة، أشرف سيد عبد الظاهر سيد، " استعمال طريقة المربعات الصغرى ذات المرحلتين ونموذج ببيز التجريبي فى التنبؤ بهامش الملاء المالية لشركات تأمينات الممتلكات " ، قسم الاحصاء والرياضة والتأمين ، كلية التجارة جامعة طنطا 2020
2. حسن، يحيى حمود، زكي، حسام الدين، (2012)، "تحليل العلاقة بين أسواق النفط والسياسة النفطية العراقية بالاعتماد على السلاسل الزمنية"، مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والإدارية، المجلد 8، العدد 25.
3. سارة أحمد حسين طاهر، (2021) ، "استعمال طريقتي (2 SLS&3SLS) في تقدير منظومة المعادلات الأنية للاقتصاد اليمني في الفترة (1995-2017)"، مجلة جامعة البيضاء، عدد (11) .
4. شيخي ، محمد ، (2011)، "طرق الاقتصاد القياسي ، محاضرات وتطبيقات" ، الحمد ، الطبعة الاولى .
5. عبد اللطيف ، هاشم فرعون (2006) " دراسة إحصائية قياسية لتقييم الدخل في للمدة (1961-2002) ، العراق " ، العراق .
6. فلة مكي احمد، ايمان المشهداني، (2022) ، "لتقدير لمنظومة المعادلات الانية (نموذج (Tobit) مع تطبيق عملي" ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة بغداد.
7. مليكة مسعودي ، محمد ترقو ، (2022) ، " انموذج الطلب الكلي في الجزائر باستعمال نظام المعادلات الأنية 2 SLS-3SLS-FIML للفترة (1980-2019) " ، مجلة الباحث الاقتصادي، 245- 226 ص ص، (2022) 01 العدد ، 10 اج ISSN: 2335-1748 EISSN: 2588-235X .
8. مزاحم محمد يحيى ، محمود حمدون عبد الله (2007) استعمال طريقتي - (SLS2) و (SLS3) في تقدير منظومة المعادلات الأنية للأسعار العالمية للحبوب مجلة تنمية الرافدين ، 31 ، (93) ص 325-343.
9. مزاحم محمد يحيى ، محمود حمدون عبد الله (2009) تقدير منظومة المعادلات الأنية للاستثمار الزراعي والنتاج المحلي الزراعي في العراق للفترة من 1980 – 2000 ، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية ، 7 (11) ، ص 175-193.
10. مزاحم محمد يحيى ، محمود حمدون عبد الله (2009) تقدير منظومة المعادلات الأنية للاستثمار الزراعي والنتاج المحلي الزراعي في العراق للفترة من 1980 – 2000 ، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية ، 7 (11) ، ص 175-193.
11. يحيى ، مزاحم محمد و عبد الله ، محمود حمدون (2009) " استعمال طريقتي (3) في تقدير منظومة المعادلات الأنية للأسعار العالمية للحبوب) جامعة الموصل العراق.

12. Alfakih, Abdo Y. (2018), *Euclidean Distance Matrices and Their Applications in Rigidity Theory*, Springer, p. 51, ISBN 978-3-319-97846-8.
13. Belén Pérez-Sánchez ¹, Martín González ², Carmen Perea ² and Jose J. López-Espín, (2021), "A New Computational Method for Estimating Simultaneous Equations Models Using Entropy as a Parameter Criteria", *Mathematics* 2021.
14. Cho, M. (2015). Three-dimensional color photon counting microscopy using Bayesian estimation with adaptive priori information. *Chinese Optics Letters*, 13(7), 070301.
15. Fernández, D. C. D. R., Hicken, J. E., & Zingg, D. W. (2014). Review of summation-by-parts operators with simultaneous approximation terms for the numerical solution of partial differential equations. *Computers & Fluids*, 95, 171-196.
16. Huang, K., & Larsson, E. (2013). Simultaneous information and power transfer for broadband wireless models. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 61(23), 5972-5986.
17. Hokanson, J. M., Iaccarino, G., & Doostan, A. (2023). Simultaneous identification and denoising of dynamical models. *SIAM Journal on Scientific Computing*, 45(4), A1413-A1437.
18. Hadjiantoni, S., & Kontoghiorghe, E. J. (2018). A recursive three-stage least squares method for large-scale models of simultaneous equations. *Linear Algebra and its Applications*, 536, 210-227.
19. Jin Liu, Feng Chen* , Hao Yu, Ping Zeng and Liya Liu, (2014), " A two-stage Bayesian method for estimating accuracy and disease prevalence for two dependent dichotomous screening tests when the status of individuals who are negative on both tests is unverified ", Liu et al. *BMC Medical Research Methodology* 2014, 14:110 <http://www.biomedcentral.com/1471-2288/14/110>
20. Gavin, H. P. (2019). The Levenberg-Marquardt algorithm for nonlinear least squares curve-fitting problems. Department of civil and environmental engineering, Duke University, 19.
21. Jin Liu, Feng Chen* , Hao Yu, Ping Zeng and Liya Liu, (2014), " A two-stage Bayesian method for estimating accuracy and disease prevalence for two dependent dichotomous screening tests when the status of individuals who are negative on both tests is unverified ", Liu et al. *BMC Medical Research Methodology* 2014, 14:110 <http://www.biomedcentral.com/1471-2288/14/110>.

22. Khan, S., Peng, Z., & Li, Y. (2019). Energy consumption, environmental degradation, economic growth and financial development in globe: Dynamic simultaneous equations panel analysis. *Energy Reports*, 5, 1089-1102.
23. Li F, Chu H, Nie L: A two-stage estimation for screening studies using two diagnostic tests with binary disease status verified in test positives only. *Stat Met Med Res* 2011. Epub ahead of print.
24. Missiakoulis, S. (2020). Two and three stage least squares as Aitken estimators. *Journal of Statistical and Econometric Methods*, 9(4), 87-91. Marra, V., & Quartin, M. (2021). A Bayesian estimate of the early COVID-19 infection fatality ratio in Brazil based on a random seroprevalence survey. *International Journal of Infectious Diseases*, 111, 190-195.
25. Mogstad, M., Torgovitsky, A., & Walters, C. R. (2021). The causal interpretation of two-stage least squares with multiple instrumental variables. *American Economic Review*, 111(11), 3663-3698.
26. Maydeu-Olivares, A., Shi, D., & Rosseel, Y. (2019). Instrumental variables two-stage least squares (2SLS) vs. maximum likelihood structural equation modeling of causal effects in linear regression models. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 26(6), 876-892.
27. Marra, V., & Quartin, M. (2021). A Bayesian estimate of the early COVID-19 infection fatality ratio in Brazil based on a random seroprevalence survey. *International Journal of Infectious Diseases*, 111, 190-195.
28. Nathaniel Linden, Boris Krämer , Padmini Rangamani; (2023), " Bayesian parameter estimation for dynamical models in modelss biology " , *Psychonomic Bulletin & Review* <https://doi.org/10.3758/s13423-022-02164-3>
29. Petzschner, F. H., & Glasauer, S. (2011). Iterative Bayesian estimation as an explanation for range and regression effects: a study on human path integration. *Journal of Neuroscience*, 31(47), 17220-17229.
30. Pan, Qingli, (2019), " An Improved Two-Stage Estimator of Simultaneous Equations Models " , *International Journal of Mathematics Trends and Technology (IJMTT)* - Volume 65 Issue 1 .
31. Petzschner, F. H., & Glasauer, S. (2011). Iterative Bayesian estimation as an explanation for range and regression effects: a study on human path integration. *Journal of Neuroscience*, 31(47), 17220-17229.
32. Prajamitra Bhuyan; Jayabrata Biswas ; Pulak Ghosh; Kiranmoy Das, (2012) " A Bayesian Two-stage Regression Model for Zero-inflated Longitudinal Outcomes",

Kiranmoy Das, Interdisciplinary Statistical Research Unit, Indian Statistical Institute, Kolkata, India-700108. E-mail: kmd@isical.ac.in. Phone: +91-8017354328.

33. Rocío Hernández-Sanjaime * , Martín González , Antonio Peñalver and Jose J. López-Espín, (2021), "Estimating Simultaneous Equation Models through an Entropy-Based Incremental Variational Bayes.
34. Sarwar, M. T., & Anastasopoulos, P. C. (2016). Three-stage least squares analysis of postrehabilitation pavement performance. *Transportation Research Record*, 2589(1), 97-109.
35. Tim P. Morris¹ Ian R. White¹ Michael J. Crowther², "Using simulation studies to evaluate statistical methods" , *Statistics in Medicine*. 2019;1–29. wileyonlinelibrary.com/journal/sim Received: 29 November 2017 Revised: 23 August 2018 Accepted: 2 November 2018.
36. Yanuar , Ferra, (2014) , " The Estimation Process in Bayesian Structural Equation Modeling Approach" , *ScieTech 2014 IOP Publishing Journal of Physics: Conference Series* 495 (2014) 012047 doi:10.1088/1742-6596/495/1/012047 .
37. Yang, L., Tang, X., Yang, H., Meng, F., & Liu, J. (2022). Using a models of equations to assess the determinants of the walking behavior of older adults. *Transactions in GIS*, 26(3), 1339-1354.

جدول رقم (1)

البيانات الحقيقية

Year	GDP	r	m2	ex	inf	T	Qoil	gr	G	Y
1990	2971 1	6.5	24869.1	4	186.5385	2203	121.938	4189	14567	3918851
1991	1068 2	6.5	35245.5	10	83.76272	277.1	25.862	4228	17497	1371897
1992	1416 4	6.5	64314	21	207.6225	521.7	51.8	5047	32883	1768293
1993	1845 4	6.5	132434	74	492.1489	571.6	50.074	8997	68954	2236770
1994	1916 5	6.5	314035	458	351.3899	313.2	50.947	25659	199442	2253526
1995	1967 1	7.25	886894	1674	-15.4334	251.6	52.382	106986	690784	2231632
1996	2172 8	7.25	1154627	1170	23.02493	109.2	56.786	178013	542542	2402028
1997	2634 3	7.25	1340262	1471	14.77036	514.8	73.87	410537	605802	2822995
1998	3552 5	7.25	1787895	1620	12.57705	694.6	107.1	520430	920501	3690841
1999	4177 1	7.35	2047438	1972	4.978032	1235	125.7	719065	1033552	4208893
2000	4236 9	7.35	2445551	1930	16.37394	2597	129.4	1133034	1498700	4775443
2001	4333 5	6.35	2849598	1929	19.31718	4238	128.6	2079727	1289247	4716918
2002	4034 5	6.35	3871069	1957	-3.98582	2727	109.5	829705	939291	4204502
2003	2699 0	6.35	6953420	1896	75.30931	0	76.6	2146346	1982548	2589207
2004	4160 8	6	12254000	1453	36.9595	4024	100.4	32982739	32117491	3870354
2005	4343 9	7	14684000	1469	53.23096	8418	93	40502890	26375175	3846130
2006	4785 1	10.4 2	21080000	1467	30.83488	16839	98.6	49063361	38076795	3985450
2007	4851 1	20	26956000	1255	2.667817	5400	102.7	54599451	39031232	3993223
2008	5171 7	16.7 5	34920000	1180	-2.80141	9703	115.4	80252182	54403375	4249546
2009	5472 1	8.83	45438000	1170	2.456648	5517	117.5	55209353	52567025	4304082
2010	5775 1	6.25	60386000	1170	5.595494	10841	118.5	70178223	70134201	4461271
2011	6365 0	6	72178000	1170	6.085327	11170	128.8	108807392	78757666	4644387
2012	7168 1	6	75466000	1166	1.82768	14563	144.18	119817224	105139576	5098384
2013	7692 2	6	87679000	1166	2.242469	17161	150.56	113840076	119127556	5277628
2014	7530 4	6	90728000	1214	66.97889	19404	153.419	105364301	113473517	5095189
2015	7346 7	6	82595493	1247	66.97889	19404	171.743	72546345	82813611	5161781
2016	4218 7	4.33	90466000	1275	66.97889	19404	206.098	53413440	73571003	5706870
2017	1011	4	92857000	1258	66.97889	19404	208.543	77422173	75490115	5462446

2018	4071 7	4	95391000	1209	66.97889	19404	211.009	106569834	80873189	5477834
2019	1012	4	10344100 0	1196	66.97889	19404	225.677	107566995	111723523	5651041
2020	3939 3	4	11990600 0	1233	66.97889	19404	197.671	101166564	121523643	4897396
2021	3939 3	4	12865300 0	1472	66.97889	19404	197.671	101866353	153225754	4012091

المصدر البنك المركزي العراقي

Abstract

Since ancient times, economic growth has been a goal and an obsession that all countries seek to work to ,achieve and search for means and factors that would raise the rate of economic growth, given that it is a measure that expresses the extent of the increase achieved in the country's production of various goods, and services over time, and it is also considered one of the most important overall indicators. Over the course of the country's economic activity, which is reflected in the level of the individual's income and well-being. Therefore, achieving high and sustainable rates of economic growth represents a central and basic goal in the economic development plans of various countries, especially developing countries. The analysis and study of a country's economic indicators depends on data of production, income and consumption. Investment and other most common indicators to measure the volume of economic activity, as the structural model is built with simultaneous equations after determining the internal and external variables, and then the model is estimated in different ways.

In this study, light was shed on some of the methods for estimating the structural parameters of a models of simultaneous equations, which are both the two-stage linear and nonlinear least squares method, the three-stage linear and nonlinear least squares method, the two-stage linear Bayes method, and the three-stage linear and nonlinear Bayes method. In stages, the methods used were derived in order to reach their capabilities, and on the experimental side, reliance was placed on statistical standards (arithmetic mean and standard deviation of the Euclidean distance $D_{\delta\delta}$, Akaike information criterion AIC, and entropy $H(e)$) for methods of estimating the models of simultaneous equations assuming values For different parameters and small, medium and large sample sizes, the preference of the three-stage Bayes method in estimating simultaneous equations was reached, as it achieved the highest percentage of preference amounting to (52%) compared to the other estimation methods under

study. As for the applied aspect, which was applied to real data related to descriptive analysis of variables. The economic situation in Iraq (GDP - total quantities of oil - investment - inflation rate - interest rate - income - expenditures - revenues - money supply) for the period (1990-2021), and based on the nature of the data and the characteristics of the estimators, a criterion was used to verify the stability of time series data on... By examining the properties of each of the economic variables according to the Dickey-Fuller (DAF) unit root test for the purpose of studying the variables that have a direct impact (production, exports, imports, inventory...etc.) to show the impact of these variables on the Iraqi economic models on the Iraqi economy. The study concluded that there is There is a direct relationship between GDP and expenditures, and therefore increases in GDP lead to increased expenditures.

Republic of Iraq

Ministry of higher Education and Scientific Research

University of Karbala

Faculty of Administration and Economics

Department of statistics



Choose the best estimate of the models of simultaneous equations 3sls-2sls with a practical application

A Thesis Submitted to

**Council of The Faculty of Administration and Economics/
Karbala**

**University as Partial fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Science in Statistics**

Presented by

Rabab Mustafa Jawad

Under supervision

Ass .Prof .Dr. Shrooq Abdul Reda Al-Sabbah

Dr.Namariq Qasim Hussein

A.H.1445

A.D.2023

Holy Karbala