الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة محمد بوضياف – المسيلة
كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير

مطبوعة بعنوان:

برمجيات إحصائية

موجهة لطلبة كلية العلوم الاقتصادية، التجارية وعلوم التسيير في
الطورين الأول والثاني (الثالثة ليسانس، أولى وثانية ماستر)

من إنجاز الأساتذة:

د. حمريط عبد اللطيف
أستاذ محاضر
قسم العلوم الاقتصادية

د. يوسفي الحسين
أستاذ محاضر
قسم العلوم الاقتصادية

السنة الجامعية 2026/2025

بسم الله الرحمان الرحيم

{نَرْفَعُ دَرَجَاتٍ مَّن نَّشَاءُ وَفَوْقَ

كُلِّ ذِي عِلْمٍ عَلِيمٌ}

سورة يوسف الآية (76)

فهرس المحتويات

العنوان	الصفحة
مقدمة	أ-ب
المحور الأول: التعريف ببرنامج EViews	
1-ما هو برنامج إيفيوز	1
2-أهم خصائص ومميزاتEViews	1
3-الفرق بين EViews وباقي البرامج الإحصائي	2
4-تنزيل وتثبيت برنامج Eviews	3
5-النافذة الرئيسية للبرنامج	3
6-إنشاء ورقة عمل في برنامج إفيوز	5
7-إضافة البيانات بعد إنشاء ورقة العمل	10
تمرين تطبيقي رقم1	15
المحور الثاني: التمثيلات البيانية والإحصاءات الوصفية في برنامج EViews	
1-الإحصاءات الوصفية	16
2-التمثيلات والرسوم البيانية	22
تمرين تطبيقي رقم 2	30
المحور الثالث: العمليات الرياضية على المتغيرات والعمليات الجبرية على المصفوفات	
1-العمليات الرياضية على المتغيرات	32
2-العمليات وحساب المصفوفات	39
تمرين تطبيقي رقم 3	43
المحور الرابع: نموذج الانحدار الخطي البسيط	
1-تذكير ببعض المفاهيم	44
2-خطوات تقدير نموذج الانحدار الخطي البسيط بواسطة برنامج EViews	49
تمرين تطبيقي رقم 4	65
المحور الخامس: نموذج الانحدار الخطي المتعدد	
1-تذكير ببعض المفاهيم	66
2-خطوات تقدير نموذج الانحدار الخطي المتعدد بواسطة برنامج EViews	69
تمرين تطبيقي رقم 5	83
المحور السادس: المشاكل القياسية في نماذج الانحدار وطرق الكشف عنها	

فهرس المحتويات

1-الارتباط الذاتي بين الأخطاء Autocorrelation	85
2-عدم تجانس التباين Heteroskedasticity	90
3-التوزيع الطبيعي للبواقي Normality test	95
4-اختبار الشكل الدالي Ramsey Reset Test	96
5-اختبار التعدد الخطي Multicollinearity	99
تمرين تطبيقي رقم 6	104
المحور السابع: دراسة استقرارية السلاسل الزمنية	
1-اختبار ديكي فولر	105
2-اختبار فيليب بيرون PP	117
3-اختبار KPSS	117
تمرين تطبيقي رقم 7	120
المحور الثامن: منهجية بوكس جينكيز، وكيفية تطبيقها بهدف التنبؤ للسلاسل الزمنية	
1-منهجية Box and Jenkins	121
2-النماذج الرياضية للسلاسل الزمنية ARMA	122
3-خطوات تطبيق منهجية Box and Jenkins	123
4-مثال تطبيقي لمنهجية Box and Jenkins	124
تمرين تطبيقي رقم 8	145
قائمة المراجع	146

مقدمة

شهد العالم في العقود الأخيرة تحولات عميقة ارتبطت أساسًا بثورة المعلومات والتطور المتسارع في تكنولوجيا الحاسوب، الأمر الذي انعكس بشكل مباشر على مناهج البحث العلمي وأساليبه، خاصة في العلوم الاقتصادية والاجتماعية التي تعتمد بدرجة كبيرة على تحليل البيانات الكمية. فلم يعد الباحث يعتمد على الطرق الحسابية التقليدية التي تتطلب وقتًا طويلًا وجهدًا كبيرًا، بل أصبحت البرمجيات الإحصائية تمثل الوسيلة الأساسية لمعالجة البيانات وتحليلها بطريقة دقيقة وسريعة وموضوعية. وتُعد هذه البرمجيات حلقة وصل بين الجانب النظري للدراسة العلمية والتطبيق العملي، حيث تسمح بتحويل الأرقام والمؤشرات الاقتصادية إلى نتائج قابلة للتفسير والتحليل العلمي.

تكمن أهمية البرمجيات الإحصائية في قدرتها على التعامل مع قواعد بيانات ضخمة ومتنوعة، وإجراء تحليلات متقدمة تشمل الإحصاء الوصفي والاستدلالي، واختبار الفرضيات، وبناء النماذج الرياضية والاقتصادية المعقدة. كما تسهم في رفع جودة البحث العلمي من خلال تقليل الأخطاء الحسابية البشرية وتعزيز دقة النتائج، وهو ما يمنح الباحث ثقة أكبر في الاستنتاجات التي يتوصل إليها. إضافة إلى ذلك، توفر هذه البرامج أدوات متطورة لعرض النتائج في شكل جداول ورسومات بيانية تساعد على تبسيط تفسير الظواهر الاقتصادية وإيصالها بطريقة واضحة للباحثين وصناع القرار.

مع التوجه المتزايد نحو الاقتصاد المبني على البيانات، أصبحت الكفاءة في استخدام البرمجيات الإحصائية مهارة أساسية لأي طالب أو باحث، خصوصا في العلوم الاقتصادية، إذ لم يعد فهم النظريات الاقتصادية كافيًا دون القدرة على اختبارها تجريبيًا باستخدام البيانات الواقعية. لذلك، أصبحت هذه البرمجيات جزءًا لا يتجزأ من التكوين الجامعي الحديث، حيث تساهم في تنمية التفكير التحليلي والمنهجي لدى الطلبة، وتمكنهم من اكتساب مهارات البحث العلمي التطبيقي التي تتماشى مع متطلبات البيئة الأكاديمية وسوق العمل على حد سواء.

يُعتبر برنامج EViews أحد أهم البرمجيات المتخصصة في مجال التحليل القياسي والاقتصادي، حيث تم تطويره ليكون أداة متكاملة تساعد الباحثين والطلبة على تحليل البيانات الاقتصادية وبناء النماذج القياسية بطريقة مبسطة تجمع بين القوة التحليلية وسهولة الاستخدام. وقد اكتسب البرنامج شهرة واسعة داخل الجامعات ومراكز البحث العلمي نظرًا لقدرته على معالجة مختلف أنواع البيانات الاقتصادية، سواء كانت بيانات زمنية تعكس تطور الظواهر عبر الزمن، أو بيانات مقطعية، أو بيانات لوحية تجمع بين البعدين الزمني والمكاني.

مقدمة

يتميز برنامج EViews بكونه مصممًا أساسًا لخدمة تخصصات العلوم الاقتصادية والمالية، إذ يوفر بيئة عمل تسمح للطالب بالانتقال تدريجيًا من المفاهيم النظرية إلى التطبيق العملي. فمن خلاله يستطيع الطالب تقدير نماذج الانحدار، واختبار الفرضيات الاقتصادية، ودراسة العلاقات بين المتغيرات الاقتصادية مثل النمو الاقتصادي، التضخم، الاستثمار، البطالة وسعر الصرف، إضافة إلى إجراء التنبؤات المستقبلية التي تساعد في تحليل الاتجاهات الاقتصادية واتخاذ القرارات المبنية على أسس علمية.

تبرز أهمية البرنامج بالنسبة لطلبة العلوم الاقتصادية (خصوصا تخصص الاقتصاد الكمي) في كونه أداة تعليمية وتكوينية في آن واحد، حيث يساعد على ترسيخ الفهم الحقيقي لمفاهيم الاقتصاد القياسي التي قد تبدو مجردة وصعبة عند دراستها نظريًا فقط. فالتعامل المباشر مع البيانات وتحليلها يمنح الطالب قدرة أكبر على تفسير النتائج الاقتصادية وفهم سلوك المتغيرات الواقعية. كما يساهم إتقان البرنامج في رفع كفاءة الطالب البحثية، خاصة عند إعداد مذكرات التخرج والرسائل الجامعية التي أصبحت تعتمد بشكل كبير على التحليل الكمي والنمذجة القياسية.

مما سبق نسعى في هذه المطبوعة البيداغوجية الموجهة لطلبة كلية العلوم الاقتصادية، التجارية وعلوم التسيير في الطورين الأول والثاني (ليسانس وماستر)، إلى مساعدة الطلبة في استخدام برنامج EViews عن طريق ثمانية محاور أساسية، نبدأها بالمحور الأول الذي يتناول مقدمة حول البرنامج. المحور الثاني خاص بالتمثيلات البيانية والإحصاءات الوصفية في البرنامج. المحور الثالث نتطرق فيه إلى اهم العمليات الرياضية على المتغيرات والعمليات الجبرية على المصفوفات. المحور الرابع خاص بنموذج الانحدار الخطي البسيط كيفية تقديره، قراءة وتحليل النتائج والمخرجات. أما المحور الخامس فهو تعميم للانحدار الخطي البسيط أي الانحدار الخطي المتعدد. وبعد التعرف على كيفية تقدير النماذج القياسية في المحورين السابقين نستعرض في المحور السادس أهم المشاكل القياسية في نماذج الانحدار وكيفية الكشف عنها. في المحور السابع نتطرق إلى كيفية دراسة واختبار استقرارية السلاسل الزمنية بواسطة اهم الاختبارات المعروفة (ADF-PP-KPSS). المحور الثامن والأخير نعرض فيه منهجية بوكس جينكيز، وكيفية تطبيقها بهدف التنبؤ للسلاسل الزمنية.

المحور الأول: التعريف ببرنامج EViews

1-ما هو برنامج إيفيوز

برنامج إيفيوز (EViews) هو برنامج حاسوبي متقدم ومتخصص في التحليل الإحصائي والاقتصادي القياسي، تم تطويره أساسًا لخدمة الباحثين والدارسين في مجالات الاقتصاد والعلوم المالية والإدارية. يُستخدم البرنامج في معالجة وتحليل كميات كبيرة من البيانات، خاصة بيانات السلاسل الزمنية والبيانات المقطعية وبيانات البانل، مما يساعد على فهم العلاقات بين المتغيرات الاقتصادية وقياس تأثيرها بدقة علمية.

يوفر إيفيوز مجموعة واسعة من الأدوات لبناء وتقدير النماذج الاقتصادية، مثل نماذج الانحدار الخطي وغير الخطي، ونماذج ARIMA وVAR وVECM، واختبارات جذر الوحدة والتكامل المشترك، إضافة إلى أدوات التنبؤ والتوقع الاقتصادي. كما يتميز بقدرته على عرض النتائج في جداول ورسوم بيانية واضحة، مع إمكانية تصديرها لاستخدامها في التقارير والأبحاث. وبفضل واجهته الرسومية السهلة ودقته العالية، يُعد إيفيوز أداة أساسية في البحث العلمي، والتحليل الاقتصادي، ودعم اتخاذ القرار المبني على البيانات.

أحدث إصدار متوفر من برنامج EViews هو الإصدار 14، صدر في يونيو 2024، وهو الإصدار الحالي والأحدث من الحزمة الإحصائية والاقتصادية القياسية المستخدمة لتحليل البيانات وبناء النماذج والتنبؤات .هذا الإصدار (EViews 14) يتضمن تحسينات على أدوات التحليل والتوافق مع أنظمة تشغيل حديثة، ويُعدّ تطويرًا متواصلًا لسلسلة إصداراتEViews التي تُستخدم على نطاق واسع في الأوساط الأكاديمية والبحثية والمالية

2-أهم خصائص ومميزاتEViews

1. **متخصص في التحليل الاقتصادي والاقتصاد القياسي**: البرنامج مصمم بشكل أساسي لتحليل السلاسل الزمنية والنماذج الاقتصادية القياسية (Econometrics) مثل الانحدار، VAR، ARIMA، GARCHوغيرها، مما يجعله مناسبًا جدًا في التحليل الاقتصادي والتنبؤ المالي
2. **تحليل البيانات المتقدمة**: من خلال التعامل مع أنواع عديدة من البيانات: السلاسل الزمنية والبيانات المقطعية وبيانات البانل(Panel)
3. **واجهة سهلة الاستخدام**: واجهة تطبيق بصرية تُسهل العمل مقارنةً بالبرامج التي تعتمد كثيرًا على كتابة الأوامر فقط. يمكن استخدام القوائم والنوافذ بدلًا من البرمجة المكثفة.
4. **تكامل مع برامج أخرى**: وذلك من خلال

- إمكانية استيراد وتصدير البيانات من/إلى Excel و SPSSو Stataو SASوأنواع أخرى من الملفات وقواعد البيانات المختلفة
- دعم ربط النتائج بالجداول والمخططات في Word و Excelو PowerPoint

5. **أدوات رسومية وتحليلية قوية:** فالبرنامج يحتوي على أدوات لعمل مخططات ورسوم بيانية تساعد على تصور البيانات وفهمها بسرعة. وأيضا يدعم تحليل علاقات المتغيرات، وسلاسل الزمن، واختبارات اقتصادية متقدمة.
6. **أدوات تقدير متقدمة:** يحتوي البرنامج على تقنيات إحصائية متطورة للتقدير والاختبار مثل:
   - اختبارات التكامل ووحدات الجذر
   - نماذج الانحدار المتقدم
   - نماذج توقع وتقلبات الأسعار
   - نماذج بيانات البانل

3- الفرق بين EViews وباقي البرامج الإحصائية

1. EViews و SPSS

EViews مخصص أكثر للاقتصاد القياسي وتحليل السلاسل الزمنية، بينما SPSSيستخدم بشكل أكبر في العلوم الاجتماعية والتحليلات الإحصائية العامة (كالاختبارات الوصفية والمتعددة) بمعنى آخر SPSS :مناسب لبيانات المسوح والاستبيانات، أما EViews أقوى في النماذج الاقتصادية والتوقعات.

2. EViews و Stata

يتميز EViews بسهولة الاستخدام والتصوير، حيث تكون مخرجاته أكثر بساطة في عرض النتائج، التحليلات والرسومية البيانية، بينما يتميز Stata بقوة النماذج والانحدار، أيضا يظهر قدرات أوسع في بعض أنواع الانحدار والتحكم في جودة البيانات

3. EViews و R و Python

R و Python تعتبر أقوى البرامج من حيث المرونة، لأنها مفتوحة المصدر، حيث تحتوي على مكتبات متعددة للتحليل، بينما EViews يقدم حزمة جاهزة ومباشرة أكثر في الاقتصاد القياسي والتحليل السريع دون الحاجة لكتابة الكثير من الأوامر (الكود)

4- تنزيل وتثبيت برنامج Eviews

التنزيل يتم من المواقع الرسمية والتي تكون غير مجانية، أي يجب عليك دفع حقوق شراء المنتج الأصلي EViews.com ، أو يمكن الاستعانة بالمواقع المقرصنة والتي تسمح بتنزيل نسخة مقرصنة يتم تفعيلها عن طريق ملفات الباتش أو crack

يمكن تنزيل البرنامج من صفحات ومجموعات تعليمية موثوقة عبر وسائل التواصل الاجتماعي (فيسبوك/واتساب/تيليغرام...الخ)

يمكن الاستعانة بمجموعة الفيسبوك الخاصة بالإحصائيين العرب statistical analysis – Egypt ثم البحث عن البرنامج فيها، تحميله وتثبيته بالاستعانة بمنصة التيليغرام

بعد تحميل ملف البرنامج وتثبيته في الحاسوب، فإن أيقونة البرنامج تظهر على الشكل التالي:

ملاحظة: في هذه المطبوعة تم العمل أو استخدام النسخة 13 من إصدار برنامج إفيوز

5-النافذة الرئيسية للبرنامج

تُعد النافذة الرئيسية نقطة الانطلاق في برنامج EViews ، حيث يتم من خلالها إدخال البيانات، إنشاء المتغيرات، تقدير النماذج الاقتصادية، وتحليل النتائج، مما يجعل فهم مكوناتها أمرًا أساسيًا لأي مستخدم مبتدئ أو متقدم.

تتكوّن النافذة الرئيسية لبرنامج EViews من مجموعة من العناصر الأساسية التي تُسهّل على المستخدم إدارة البيانات، تنفيذ التحليلات الاقتصادية القياسية، وعرض النتائج. ويمكن شرحها على النحو الآتي:

1. شريط العنوان(Title Bar)

يظهر في أعلى النافذة، ويعرض اسم البرنامج واسم ملف العمل (Workfile) المفتوح حاليًا، مع أزرار التحكم المعتادة (تصغير، تكبير، إغلاق).

2. شريط القوائم(Menu Bar)

يحتوي على القوائم الرئيسية التي تمثل جميع أوامر البرنامج، مثل:

- File: لإنشاء ملفات عمل جديدة، فتح الملفات، وحفظها.
- Edit: للتعديل والنسخ واللصق.
- View: للتحكم في طريقة عرض النوافذ.
- Object: لإنشاء المتغيرات والنماذج.
- Quick: للوصول السريع إلى أوامر التقدير والاختبارات.
- Options: لضبط إعدادات البرنامج.
- Add-ins: لإضافة أدوات إضافية.
- Help: للمساعدة والدليل.

3.نافذة ملف العمل(Workfile Window)

وهي أهم جزء في النافذة الرئيسية، وتعرض:

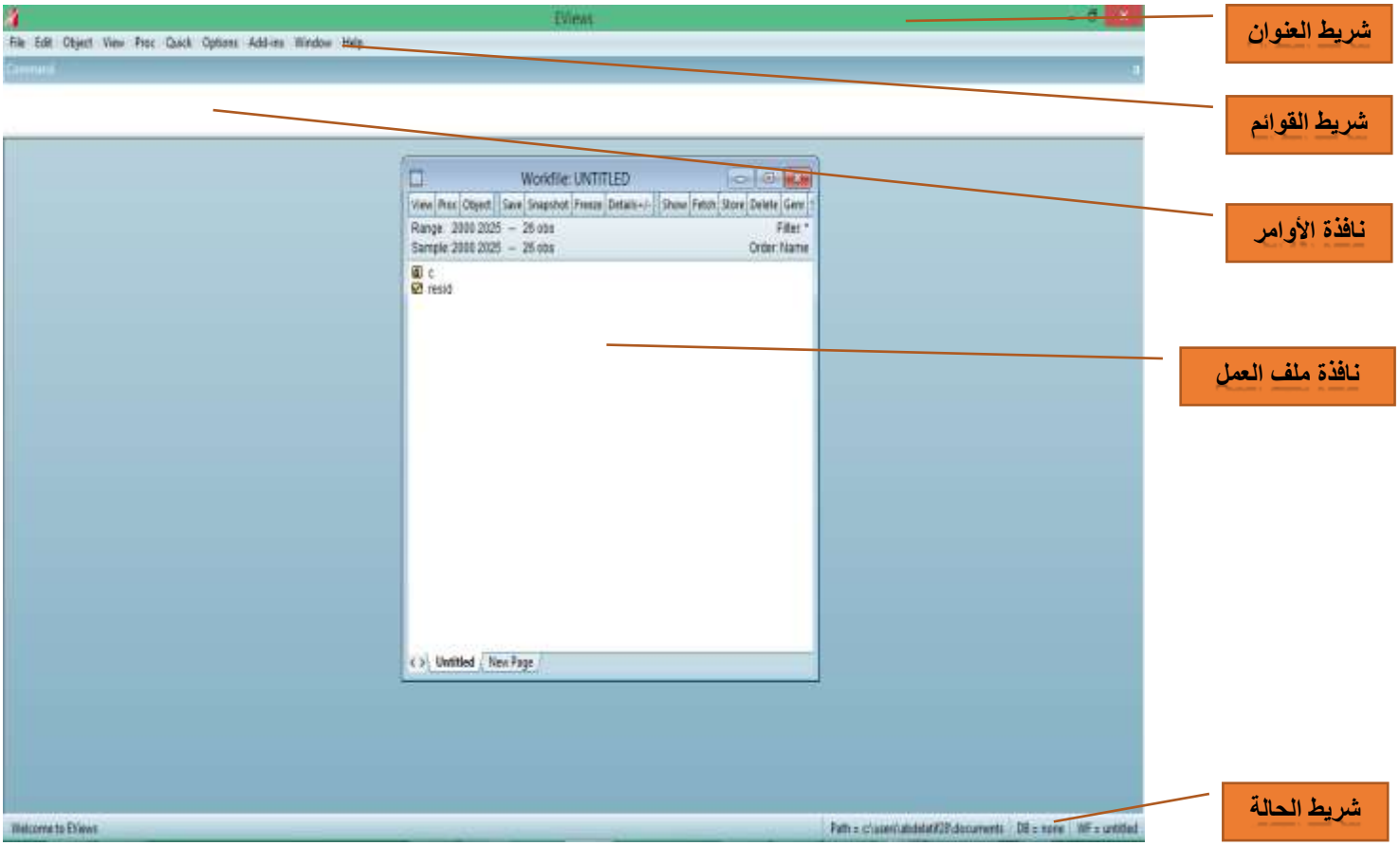
- المتغيرات(Series)
- النماذج(Equation)
- الجداول(Table)
- الرسوم البيانية(Graph)
- المجموعات(Group)

4.نافذة الأوامر(Command Window)

تُستخدم لكتابة الأوامر النصية مباشرة لتنفيذ التحليلات بسرعة، وهي مفيدة للمستخدمين المتقدمين الذين يفضلون الأوامر بدل القوائم.

5.شريط الحالة(Status Bar)

يوجد في أسفل النافذة، ويعرض معلومات مهمة مثل نطاق البيانات، عدد المشاهدات، وتاريخ أو تردد السلسلة الزمنية.



6-إنشاء ورقة عمل في برنامج إفيوز

لإنشاء ورقة عمل (Workfile) في برنامج EViews يتم اتباع خطوات بسيطة ومنظمة، وهي من أولى الخطوات الأساسية قبل إدخال البيانات أو إجراء أي تحليل. حيث أن ورقة العمل هي البيئة الأساسية في EViews التي: تُخزَّن فيها المتغيرات(Series) ، تُقدَّر فيها النماذج(Equations) وتُنشأ منها الجداول والرسوم البيانية

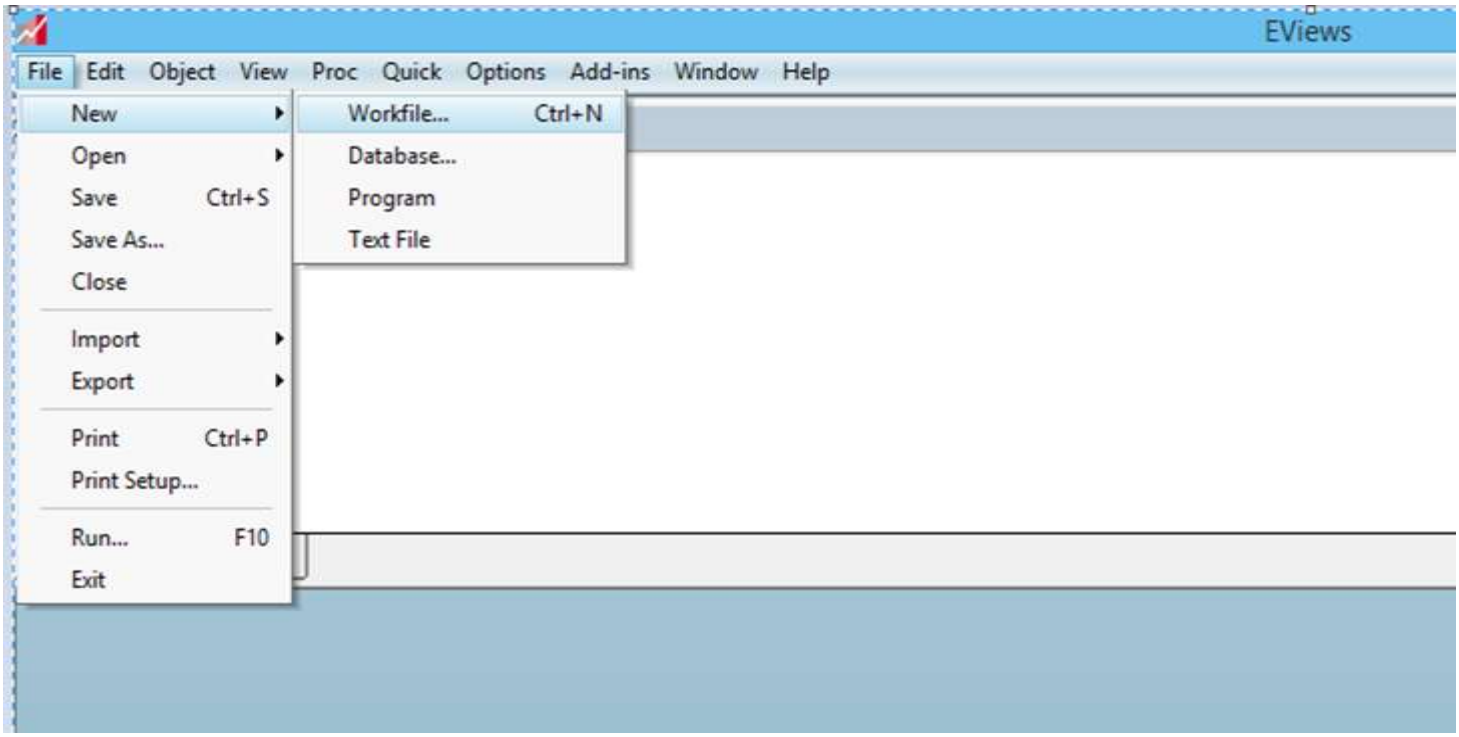
من أجل إنشاء ورقة عمل جديدة نتبع الخطوات التالية:

1. افتح برنامج EViews
2. من شريط القوائم اختر:

File → New → Workfile

3. ستظهر نافذة Create Workfile

4. يمكن أيضا إنشاء ورقة عمل جديدة من خلال الضغط على ctrl+N في مساحة الأوامر ثم الضغط على Entre في لوحة المفاتيح



في نافذة إنشاء ورقة العمل، يُطلب منك تحديد هيكل البيانات (Workfile Structure)، حيث توجد ثلاثة خيارات:

1. **البيانات المقطعية أو البيانات غير النظامية Unstructured / Undated**

- يُستخدم للبيانات غير المرتبطة بزمن محدد.
- مناسب للبيانات المقطعية(Cross-sectional)
- تحتاج فقط إلى تحديد عدد المشاهدات (Observations) مثلا تكتب 200 ويقصد بها 200 ملاحظة أو مشاهدة

2. **بيانات السلاسل الزمنية أو البيانات النظامية Dated – Regular Frequency**

- يُستخدم للسلاسل الزمنية.
- تختار التكرار الزمني، حيث نجد في مدى البيانات (Frequency) 14 نوع نذكر أهمها:

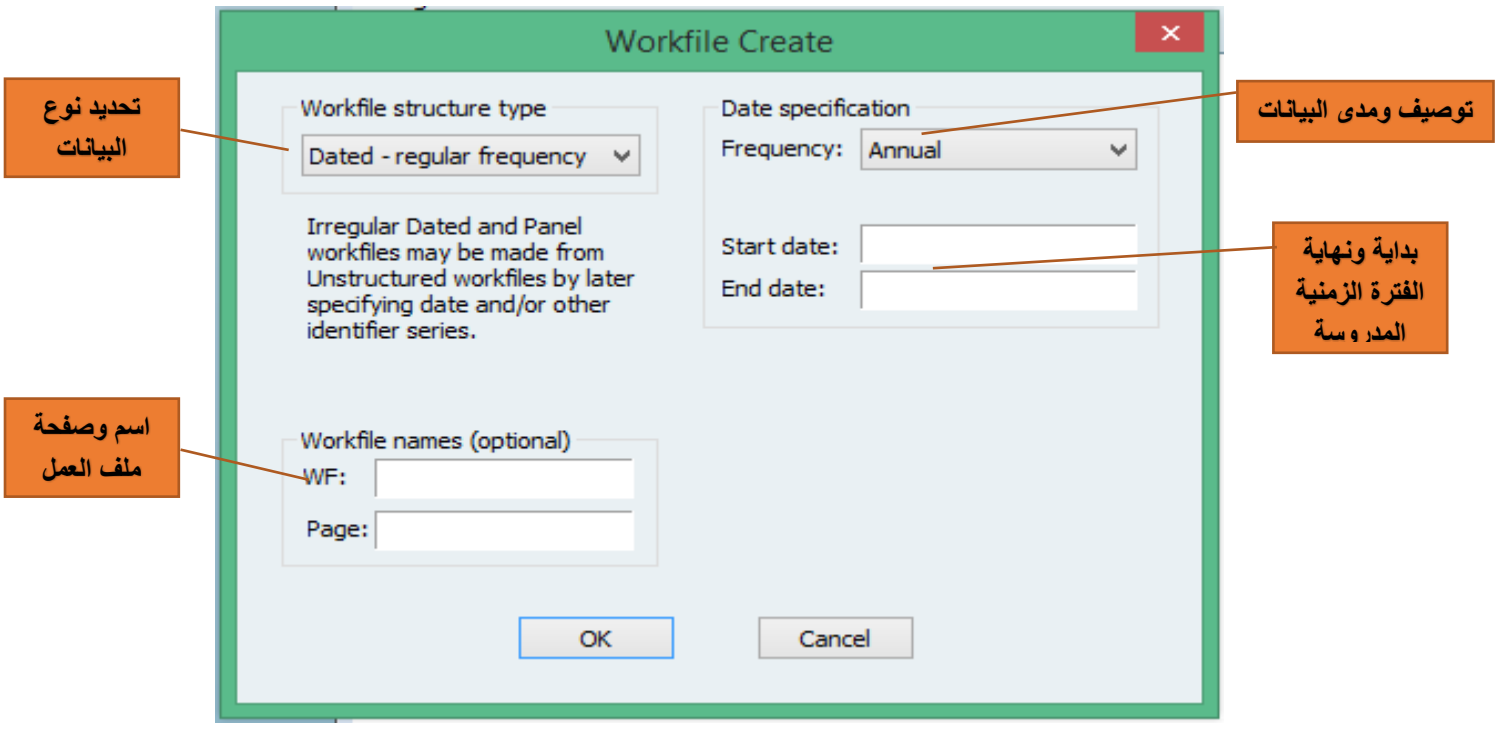
- متعدد السنوات(Multi-year)
- سنوي(Annual)
- نصف سنوية ((Semi-annual
- ربع سنوي(Quarterly)
- شهري(Monthly)
- يومية (Daily)

➢ ثم تحدد تاريخ البداية والنهاية Start date and End date

3. بيانات بانل المتوازنة Balanced Panel

➢ يُستخدم لبيانات البانل(Panel Data) وهي خليط بين بيانات السلاسل الزمنية والبيانات المقطعية يتطلب تحديد عدد الوحدات (مثل الدول أو الشركات) وعدد الفترات الزمنية.

نستطيع أيضا كتابة اسم الملف الذي نعمل عليه في خانة اسم ملف العمل Workfile names التي تحتوي على اسم ملف العمل Wf والصفحة Page



أما بخصوص كيفية الكتابة في مدى البيانات فإن ذلك متعلق بنوعية البيانات ففي حالة:

البيانات الزمنية أو البيانات النظامية Dated-regular frequency : كما قلنا سابقا لدينا 14نوع من المدى إلا أننا سنورد 4 أنواع منها كثيرة الاستعمال وهي:

البيانات السنوية Annual: يمكن كتابة السنوات قبل 2000 برقمين أو بأربعة أرقام مثل (96,81) او (1996,1981) أما باقي السنوات فيجب كتابتها كاملة أي أربعة أرقام مثل(2012)

البيانات النصف سنوية Semi-annual: يمكن كتابة السنة فقط ويقصد بها سداسيين، أما إذا كانت سنة لديها سداسي واحد فقط، فنكتب 2003:2 أو 2003S2 أي السداسي الثاني فقط من 2003

البيانات الفصلية أو الربع سنوية Quarterly : السنة يتبعها نقطتان فوق بعضهما البعض (:) ثم رقم الربع مثل 2003 :2 أو 2003Q2 أي الربع الثاني من 2003

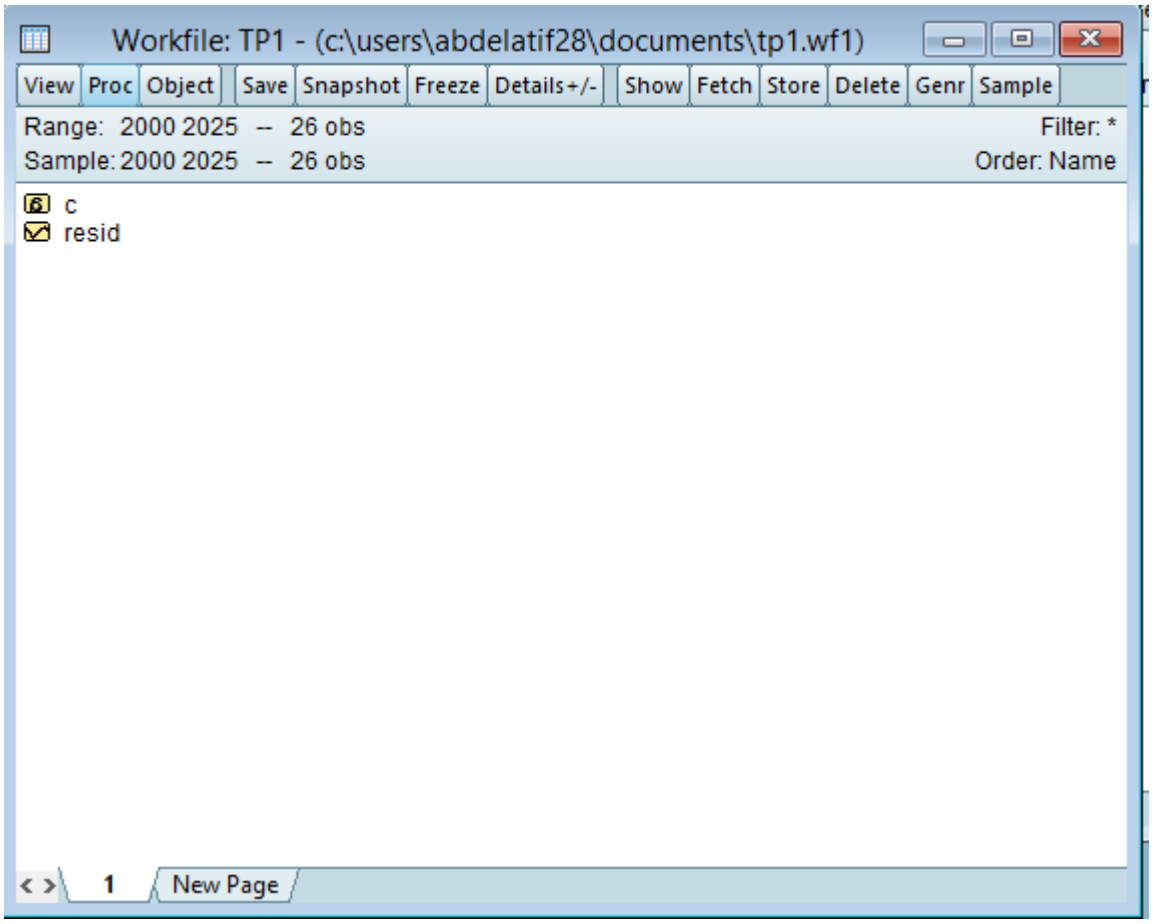
البيانات الشهرية Monthly : السنة يتبعها نقطتان فوق بعضهما البعض (:) ثم رقم الشهر مثل 2003:03 أو 2003m3 (يمكن كتابة الشهر 03 أو 3)

البيانات المقطعية أو البيانات غير النظامية : فيظهر لنا مباشرة عدد المشاهدات Observations أي حجم العينة المراد إدخالها.

حالة بيانات بانل : يظهر لنا نفس نافذة بيانات السلاسل الزمنية مضاف إليها عدد الأفراد (الدول، الشركات...الخ) Number of cross sections

بعد إدخال البيانات المطلوبة، نضغط على OK ستظهر نافذة ورقة العمل في الواجهة الرئيسية، ويمكنك البدء بإضافة المتغيرات والنماذج.

نفترض أننا ندرس سلسلة زمنية لمتغير اقتصادي ما من الفترة 2000 إلى الفترة 2025، نحدد الخيارات المطلوبة كما في السابق، ثم نضغط على ok فتظهر لنا المخرجات التالية



شرح نافذة ورقة العمل الظاهرة في الصورة أعلاه

1. **شريط العنوان (أعلى النافذة)** يظهر فيه: اسم ورقة العمل**TP1** ومسار الحفظ: c:\users\abdelatif28\documents\tp1.wf1، وهذا يعني أن ملف العمل محفوظ وجاهز للاستخدام.
2. **شريط أوامر ورقة العمل(Workfile Toolbar)** : يظهر أسفل شريط العنوان مباشرة، ويحتوي على الأوامر التالية (من اليسار إلى اليمين):
3. **View**:لعرض محتويات ورقة العمل: عرض البيانات في جدول، الإحصاءات الوصفية والرسوم البيانية
4. **Proc** :لتنفيذ إجراءات وعمليات على البيانات، مثل: تعديل مدى البيانات، استيراد أو تصدير البيانات ،تحديد العينة(Sample)
5. **Object** :لإنشاء كائنات جديدة مثل: متغير (series)، معادلة (equation)، مجموعة (group)، رسم بياني (graph)، جدول (table)
6. **Save** : لحفظ ورقة العمل .
7. **Snapshot**: لالتقاط صورة ثابتة للنتائج أو الجداول.

8. **Freeze** : لتثبيت النتائج في جدول أو رسم مستقل (لا يتغير مع تعديل البيانات).
9. **Details +/–** : لإظهار أو إخفاء تفاصيل إضافية عن الكائنات.
10. **Show** : لعرض متغير أو أكثر داخل نافذة واحدة.
11. **Fetch** : لاستدعاء بيانات أو كائنات من ملف آخر.
12. **Store** : لحفظ متغيرات أو نتائج لاستخدامها لاحقًا.
13. **Delete** : لحذف متغيرات أو كائنات من ورقة العمل.
14. **Genr** :لإنشاء متغير جديد باستخدام معادلة، مثل genr lny = log(y) ويقصد بها حساب اللوغاريتم للمتغير y
15. **Sample** : لتحديد عينة معينة من البيانات (فترة زمنية محددة).
16. **مدى البيانات(Range & Sample)** :يظهر في أعلى نافذة البيانات
17. **محتوى ورقة العمل (قائمة المتغيرات)**: تظهر المتغيرات التالية:

C: الثابت (Constant) الذي يستخدم في نماذج الانحدار بينما Resid: تمثل البواقي (Residuals)الناتجة عن نموذج انحدار.

ولحفظ الملف نذهب إلى القائمة الأساسية ونختار: **File→save or save as** ، ثم نختار مكان الحفظ وعادة ما يكون في المستندات

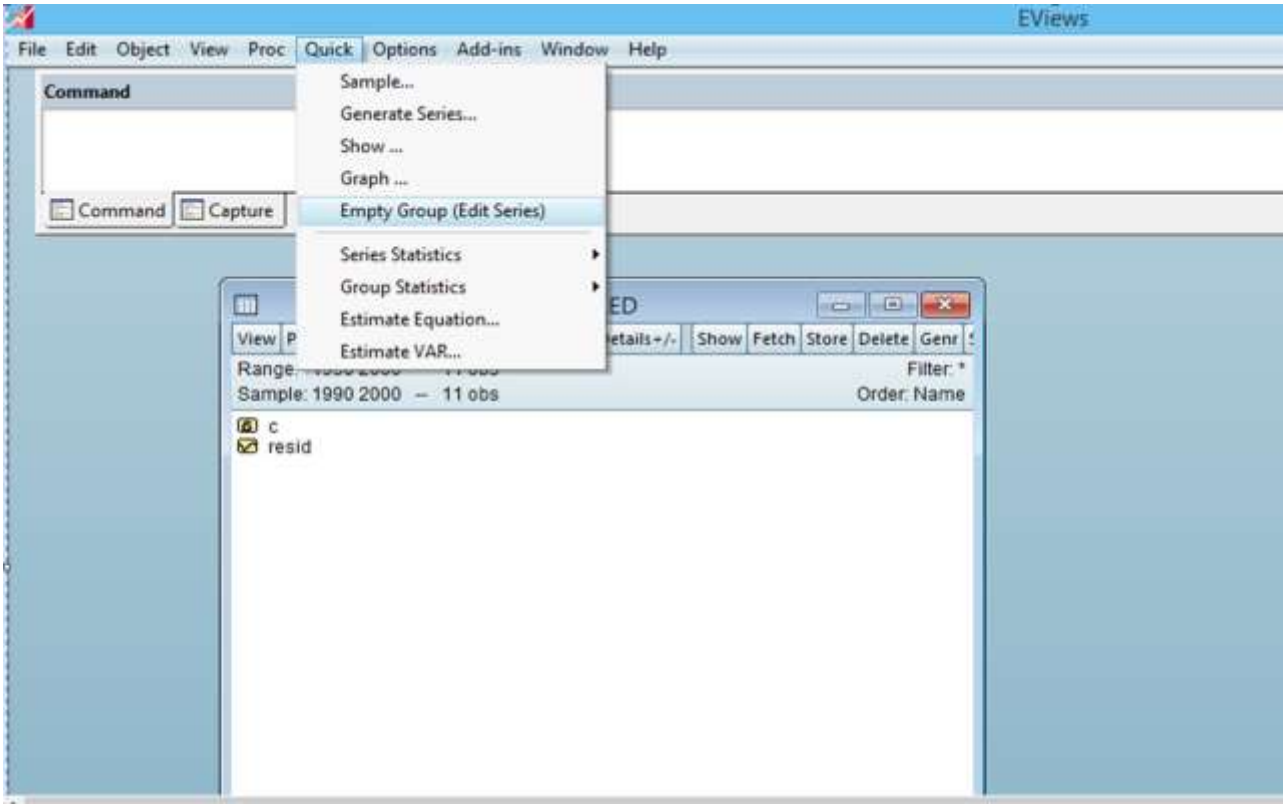
7-إضافة البيانات بعد إنشاء ورقة العمل

توجد طريقتين أو آليتين لإدخال أو إضافة البيانات في ورقة العمل

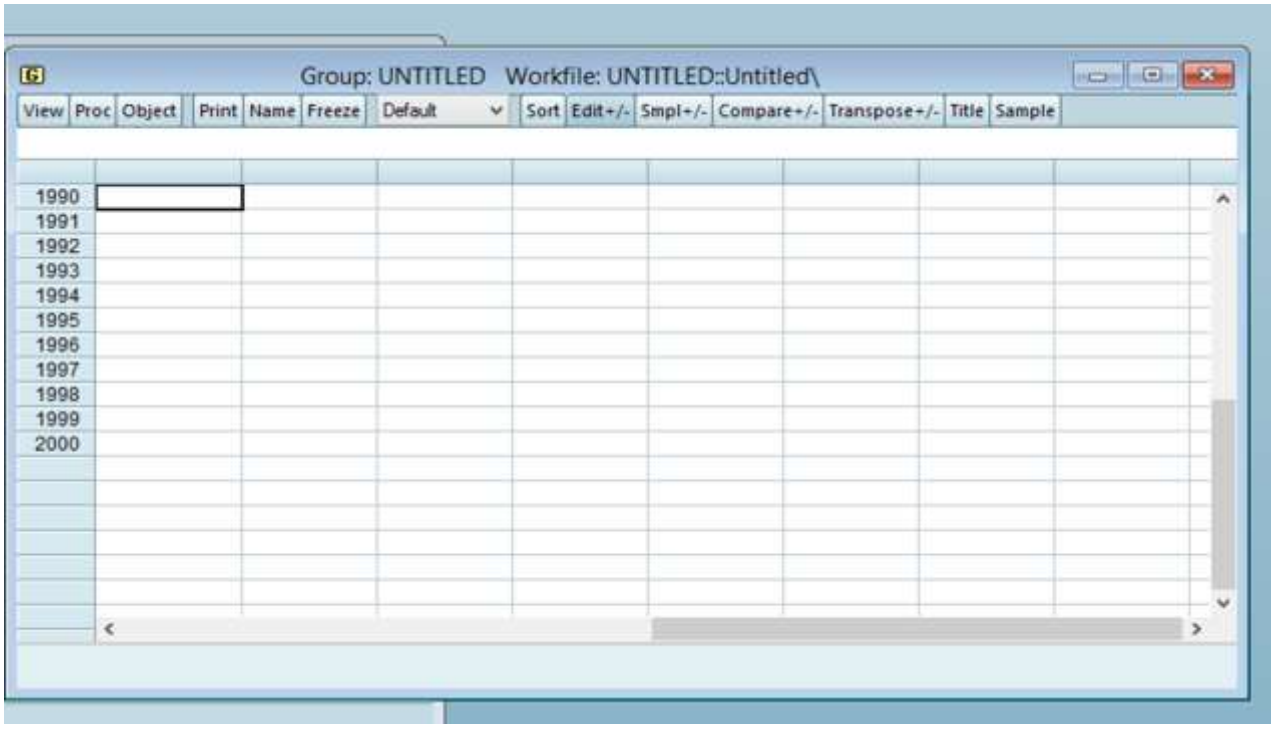
الطريقة الأولى: إدخال البيانات يدويًا في الملف الذي تم إنشاؤه workfile، ويتم ذلك بطريقتين كالتالي:

1. بعد إنشاء ورقة العمل نختار ما يلي:

Quick→Empty Group(Edit Series)



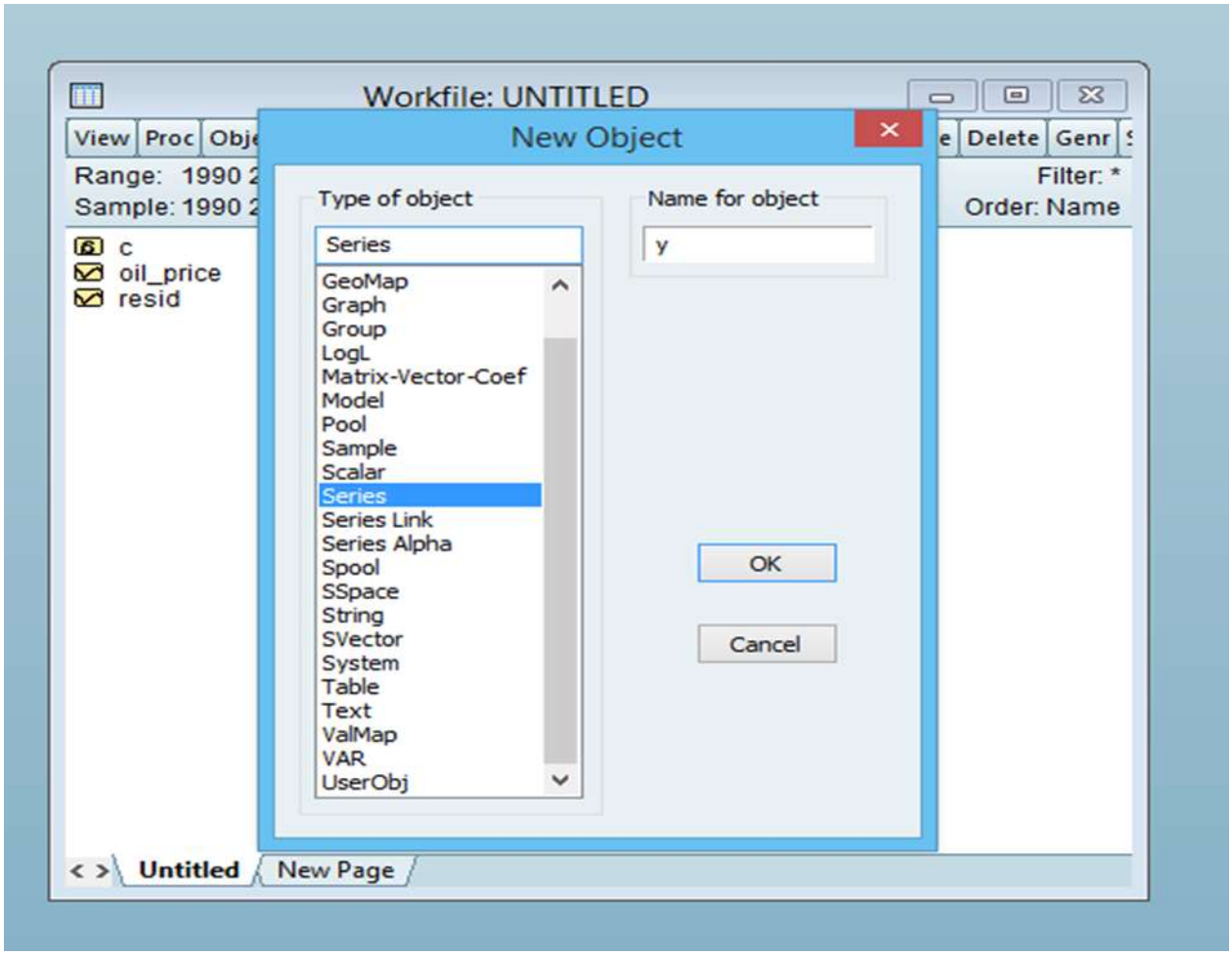
تظهر الصفحة التالية والتي يمكن إدخال البيانات فيها عن طريق كتابتها مباشرة، وذلك بعد الضغط على Edit+/-



2. بعد إنشاء ورقة العمل نختار من شريط القوائم:

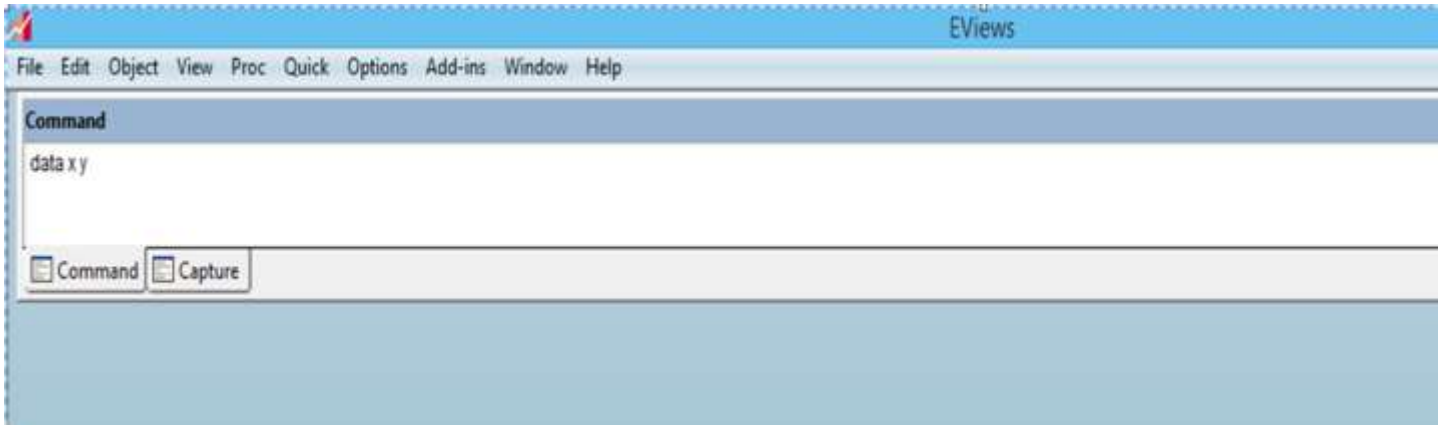
Object → New object

أو ننقر بالجانب الأيمن للفأرة في نافذة ملف العمل على الفراغ الأبيض، فتظهر لنا شاشة حيث نختار Series من Type of object وأيضا نعطي اسم للسلسلة (مثلا y) في الخانة Name for object



تظهر لنا السلسلة y في نافذة ملف العمل، نقوم بفتحها وإدخال البيانات يدويا فيها.

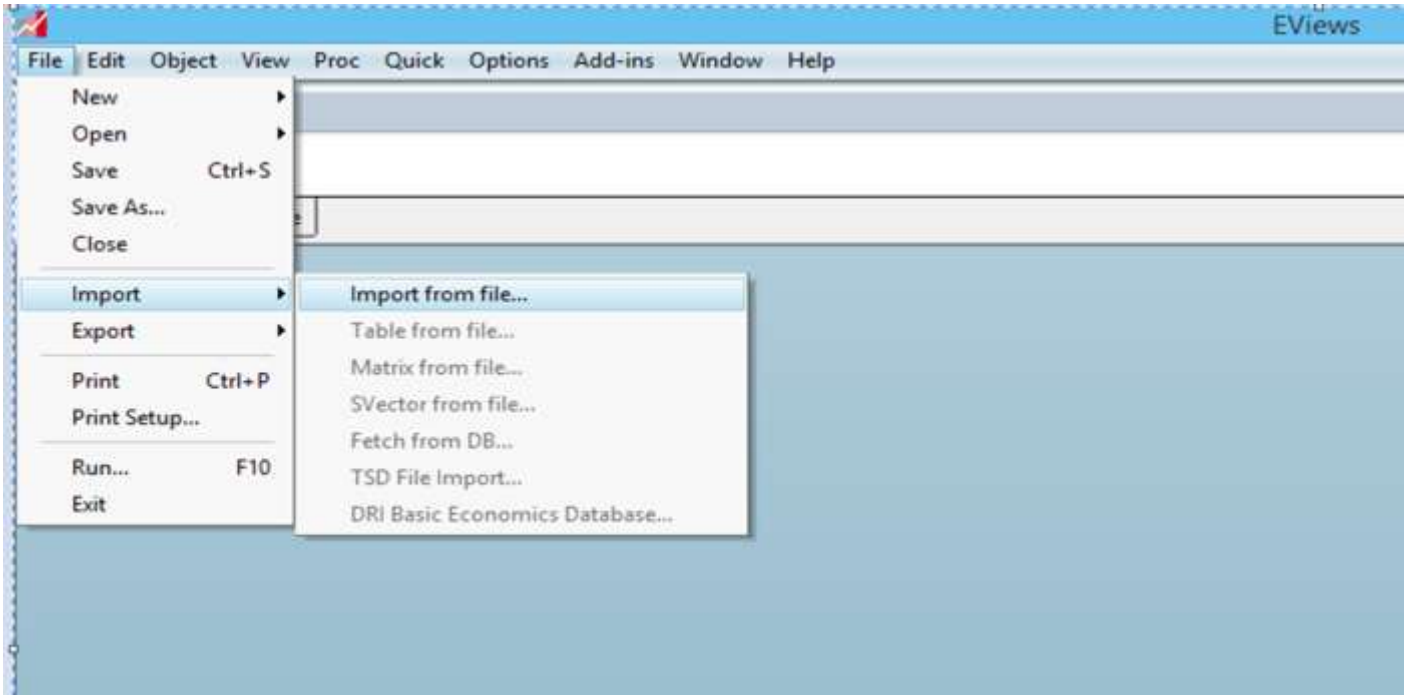
كما يمكن اختصار هذه الطريقة بكتابة الأمر data x y في مساحة الأوامر كما يلي:



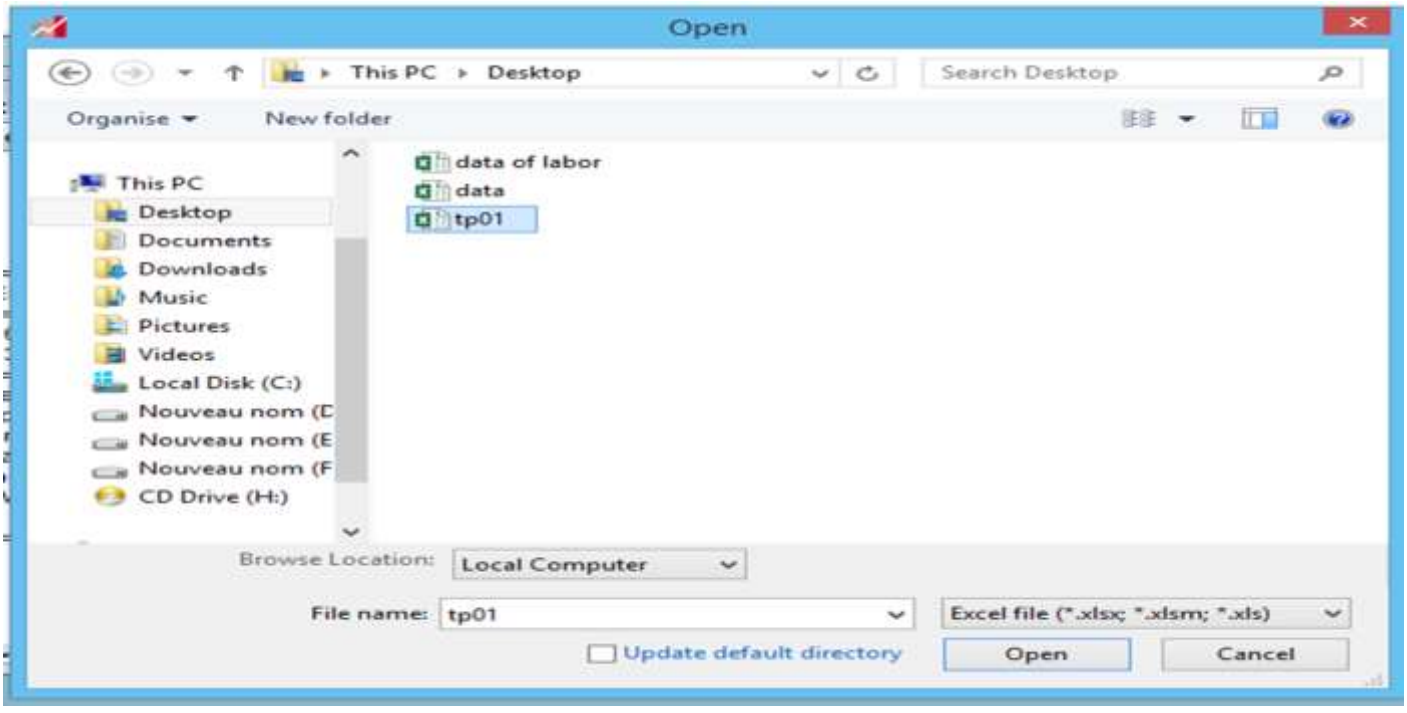
بعدها نضغط على entre من لوحة المفاتيح فتظهر لنا في نافذة ملف العمل، السلسلة الزمنية فارغة ونقوم بملئها بالبيانات المناسبة لها

الطريقة الثانية: استيراد أو نقل البيانات المحفوظة من ملف خارجي أخر كما يلي:

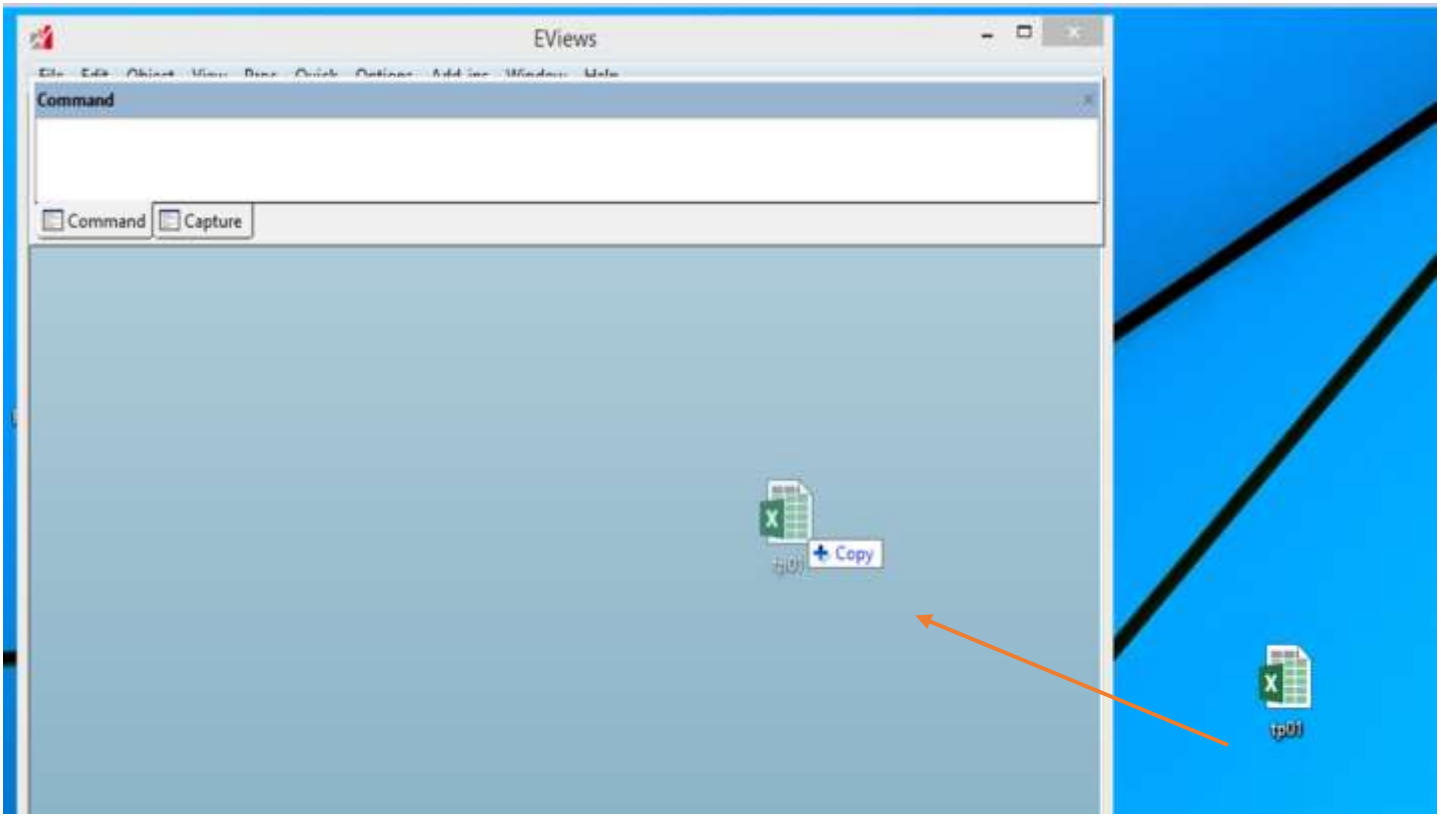
File → Import → Import from file (Excel, CSV, …)



بعد ذلك تظهر نافذة أخرى حيث يمكن تحديد مكان الملف المراد استيراد البيانات منه، ولنفرض أننا اخترنا ملف Excel اسمه Tp1 كما هو موضح في النافذة التالية

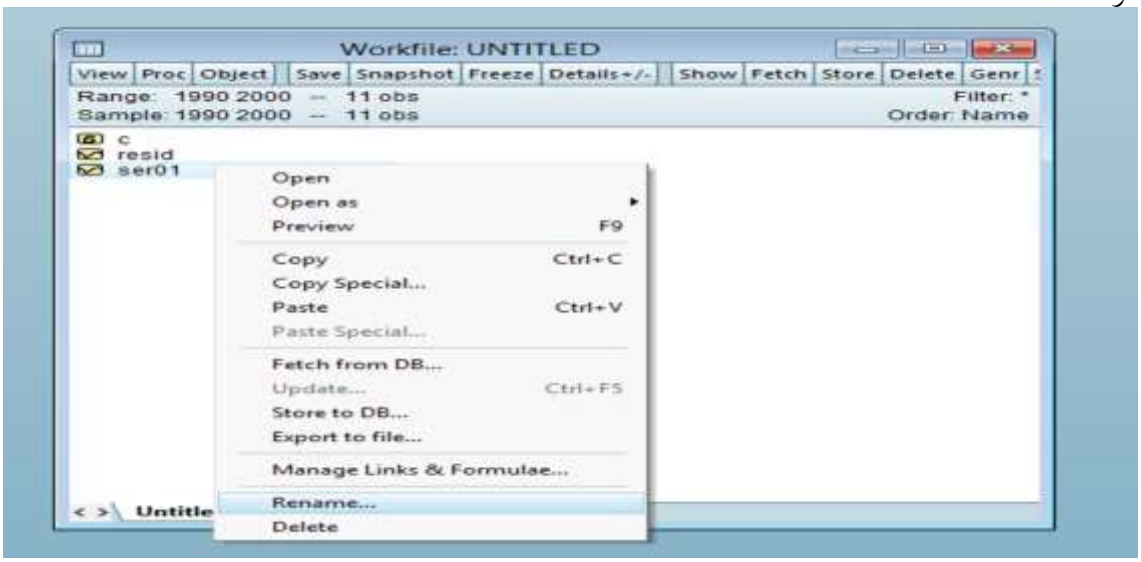


ويمكن اختصار هاته الطريقة في سحب ملف Excel المستهدف من سطح المكتب، ووضعه مباشرة في نافذة ملف العمل

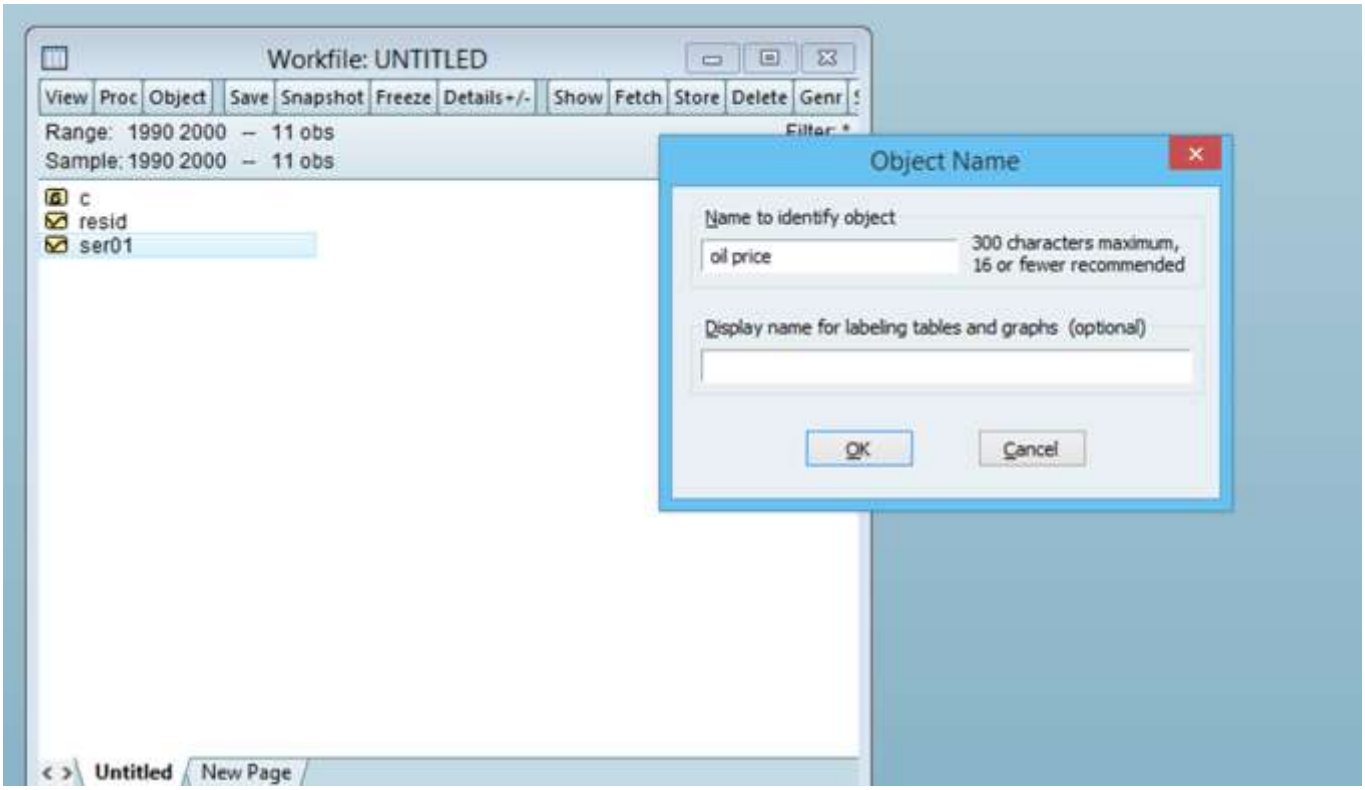


ملاحظة: إذا كانت في البيانات أرقام فيها فاصلة فيجب استبدال الفاصلة إلى نقطة قبل نقل الملف إلى Eviews لأن البرنامج لا يقرأ الفاصلة (,) كفاصلة، وإنما يتعرف على النقطة (.) كفاصلة

بعد إدخال البيانات إما بكتابتها مباشرة أو من خلال نسخها من ملف آخر فإن Eviews يسمى المتغيرين بأسماء مؤقتة: SER01و SER2 ولتغيير هذه الأسماء نغلق الملف، ثم ننقر بالجانب الأيمن للفأرة على المتغير ونختار rename



بعدها تظهر نافذة أخرى نكتب فيها اسم السلسلة أو المتغير وليكن oil price مثلا ثم نضغط على ok



تمرين تطبيقي رقم1:

لتكن لديك البينات التالية لسلسلة زمنية سنوية لمبيعات سلعة معينة :

1. قم بإنشاء ورقة عمل TP1 وانقل البينات عليها
2. سمي سلسلة المبيعات باسم sales
3. قم بإعادة الخطوة الأولى حيث نفترض في كل مرة أن:

- السلسلة الزمنية هي عبارة عن سلسلة نصف سنوية تبدأ من النصف الثاني لسنة 1990،
- السلسلة الزمنية هي عبارة عن سلسلة فصلية تبدأ من الربع الثالث من سنة 1990
- السلسلة الزمنية غير معرفة حسب التاريخ

السنوات	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
المبيعات	15	10	14	9	8	17	13	10	9.5	8.5	10

المحور الثاني: التمثيلات البيانية والإحصاءات الوصفية في برنامج EViews

تُعدّ التمثيلات البيانية والإحصاءات الوصفية من الأدوات الأساسية في التحليل الإحصائي والاقتصادي، إذ تلعب دورًا محوريًا في تبسيط البيانات الخام وتحويلها إلى معلومات واضحة وسهلة الفهم. فهي تساعد الباحث على تلخيص كميات كبيرة من البيانات الرقمية، والكشف عن خصائصها الأساسية مثل النزعة المركزية، والتشتت، وشكل التوزيع.

كما تساهم التمثيلات البيانية في عرض البيانات بصورة مرئية تمكّن من ملاحظة الاتجاهات العامة، والتغيرات عبر الزمن، والعلاقات بين المتغيرات المختلفة، مما يسهل عملية تفسير النتائج واتخاذ القرارات المبنية على أسس علمية. أما الإحصاءات الوصفية، فتوفّر مؤشرات رقمية دقيقة تساعد في فهم سلوك الظاهرة المدروسة، واكتشاف القيم الشاذة، والتحقق من طبيعة توزيع البيانات قبل الانتقال إلى مراحل التحليل المتقدم.

وعليه، فإن الاعتماد على التمثيلات البيانية والإحصاءات الوصفية يُعد خطوة ضرورية تمهّد للتحليل القياسي والنماذج الاقتصادية، وتُسهم في رفع جودة البحث ودقته العلمية.

يساعد برنامج إفيوز على حساب بعض الإحصاءات الوصفية، وكذا رسم مجموعة من التمثيلات البيانية نستعرضها في هذا المحور بالتفصيل.

1-الإحصاءات الوصفية

الإحصاءات الوصفية تُستخدم لتلخيص البيانات وفهم خصائصها الأساسية، ومنه أهم الإحصاءات الوصفية التي يمكن استخراجها بواسطة البرنامج هي:

- المتوسط الحسابي(Mean)
- الوسيط(Median)
- القيمة العظمى(Maximum)
- القيمة الصغرى(Minimum)
- الانحراف المعياري(Std. Deviation)
- الالتواء(Skewness)
- التفرطح(Kurtosis)
- اختبار جاركي–بيرا (Jarque-Bera) لقياس طبيعية التوزيع

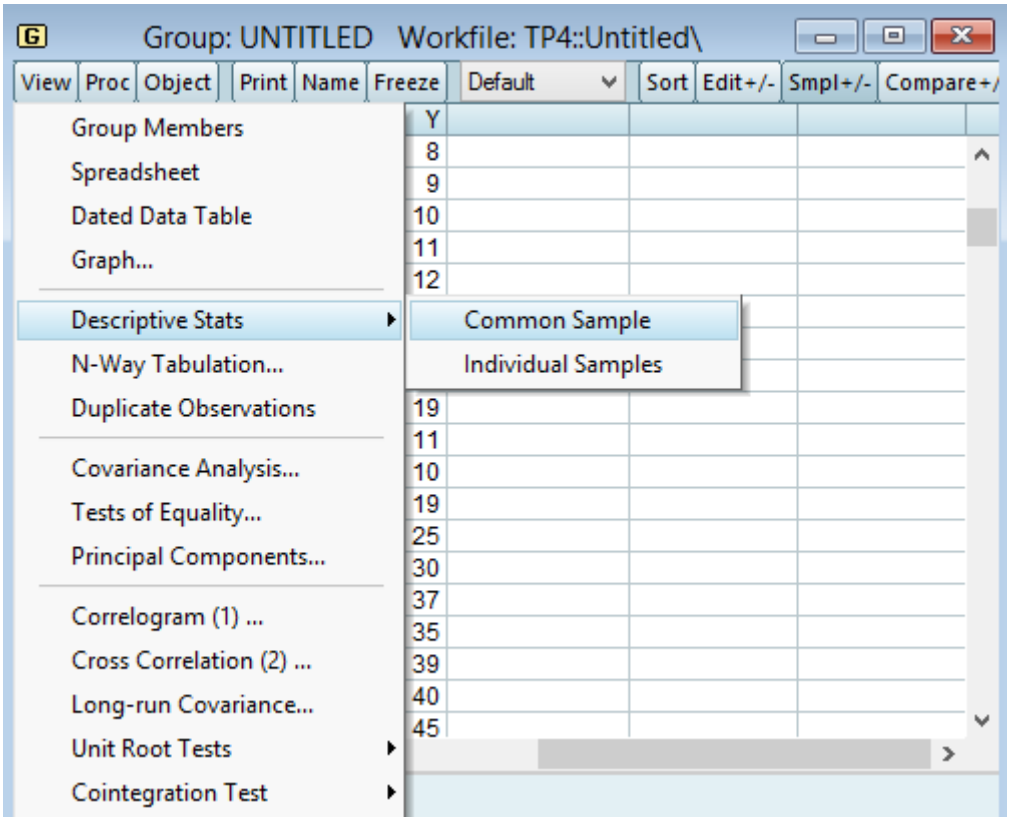
لاستخراج الإحصاءات الوصفية نقوم بما يلي:

1. افتح ملف العمل(Workfile) المستهدف
2. حدّد المتغير أو المتغيرات المدروسة عن طريق تظليلها.
3. اضغط بزر الفأرة الأيمن واختر: **Open →as Group**
4. من نافذة المجموعة اختر:

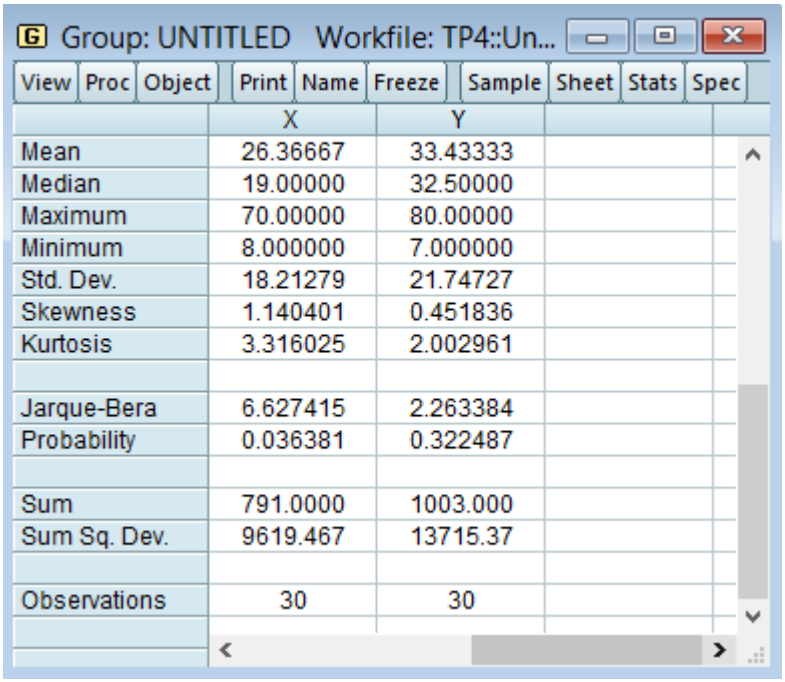
View → Descriptive Statistics → Common Sample

5. في حالة كانت السلسلة الزمنية أو المتغير المدروسة يحتوي على بيانات مفقودة نستخدم ما يلي:

View→ Descriptive Statistics → Individual Sample



بعدها يظهر جدول يحتوي على جميع الإحصاءات الوصفية.


Group: UNTITLED Workfile: TP4::Un...

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Sample | Sheet | Stats | Spec

	X	Y
Mean	26.36667	33.43333
Median	19.00000	32.50000
Maximum	70.00000	80.00000
Minimum	8.000000	7.000000
Std. Dev.	18.21279	21.74727
Skewness	1.140401	0.451836
Kurtosis	3.316025	2.002961
Jarque-Bera	6.627415	2.263384
Probability	0.036381	0.322487
Sum	791.0000	1003.000
Sum Sq. Dev.	9619.467	13715.37
Observations	30	30

فيما يلي مفهوم الإحصائيات المحسوبة أعلاه:

- **المتوسط الحسابي(Mean)** : هو مجموع قيم المتغير مقسومًا على عددها، ويُستخدم لقياس النزعة المركزية ويمثل القيمة المتوسطة للبيانات.

اقتصاديًا :يُستخدم لقياس المستوى العام للظاهرة مثل متوسط الدخل، متوسط التضخم، أو متوسط الناتج المحلي.

- **الوسيط(Median)** : هو القيمة التي تقع في منتصف البيانات بعد ترتيبها تصاعديًا أو تنازليًا (يقسم البينات إلى نصفين متساويين)، ويُعد مقياسًا للنزعة المركزية أقل تأثرًا بالقيم المتطرفة.

اقتصاديًا :يعطي صورة أدق عن الوضع الحقيقي عند وجود قيم متطرفة، مثل توزيع الدخل أو الأجور.

- **القيمة العظمى(Maximum)** :تمثل أكبر قيمة مسجلة للمتغير داخل العينة.

اقتصاديًا :قد تشير إلى فترة ازدهار اقتصادي، تضخم مرتفع، أو صدمة اقتصادية إيجابية.

- **القيمة الصغرى(Minimum)** : تمثل أصغر قيمة مسجلة للمتغير داخل العينة.

اقتصاديًا :تعكس فترات الركود، الأزمات الاقتصادية، أو الانخفاض الحاد في النشاط الاقتصادي.

- **الانحراف المعياري(Standard Deviation)** :يقيس درجة تشتت القيم حول المتوسط الحسابي، وكلما زادت قيمته دلّ ذلك على زيادة التباين بين القيم.

اقتصاديًا :ارتفاعه يدل على عدم الاستقرار الاقتصادي، بينما انخفاضه يشير إلى استقرار نسبي.

- **الالتواء(Skewness)** : يقيس درجة عدم تماثل التوزيع (اتجاه توزيع البيانات): اذا كان موجب: التوزيع مائل إلى اليمين، اذا كان سالب: التوزيع مائل إلى اليسار

اقتصاديًا:

- الالتواء الموجب قد يدل على فترات قليلة ذات قيم مرتفعة (مثل تضخم مفاجئ).
- الالتواء السالب قد يعكس فترات انكماش طويلة.

- **التفرطح(Kurtosis)** :يقيس درجة تركّز البيانات حول المتوسط:اذا كان أكبر من 3: توزيع حاد (Leptokurtic)، اذا كان أقل من 3: توزيع مفلطح(Platykurtic) ، اذا كان يساوي 3: توزيع طبيعي

اقتصاديًا:

- التفرطح المرتفع يشير إلى احتمال وقوع صدمات اقتصادية حادة.
- التفرطح المنخفض يدل على توزيع أكثر استقرارًا.

- **اختبار جاركي–بيرا(Jarque–Bera)** : اختبار إحصائي يُستخدم للتحقق مما إذا كانت البيانات تتبع التوزيع الطبيعي بالاعتماد على الالتواء والتفرطح.

اقتصاديا :مهم لتحديد صلاحية استخدام نماذج قياسية تفترض طبيعية البيانات.

- **الاحتمالية(Probability)** :تمثل مستوى الدلالة الإحصائية لاختبار Jarque-Bera، وإذا كانت أقل من 5% (0.05) نرفض فرضية التوزيع الطبيعي.

اقتصاديًا :تساعد في اتخاذ القرار بقبول أو رفض فرضية التوزيع الطبيعي.

جدول يلخص مفهوم الإحصاءات

الإحصاء	التعريف	التفسير الاقتصادي
المتوسط الحسابي	متوسط القيم	**يعكس المستوى العام للمتغير الاقتصادي**
الوسيط	القيمة الوسطى	**أدق في حالة القيم المتطرفة**
القيمة العظمى	أعلى قيمة	**تشير إلى ذروة أو صدمة اقتصادية**
القيمة الصغرى	أدنى قيمة	**تعكس فترات ركود أو انخفاض**
الانحراف المعياري	مقياس التشتت	**يدل على درجة الاستقرار الاقتصادي**
الالتواء	شكل التوزيع	**يوضح اتجاه عدم التماثل**
التفرطح	درجة التركز	**يشير لاحتمال الصدمات**
Jarque-Bera	اختبار طبيعية التوزيع	**يحدد ملاءمة النماذج القياسية**
Probability	**مستوى الدلالة**	**أساس اتخاذ القرار الإحصائي**

يمكن استخراج مؤشرات إحصائية أخرى من برنامج إفيوز وهي:

- **التباين المشترك(Covariance)** :التباين المشترك هو مقياس إحصائي يُستخدم لقياس اتجاه العلاقة الخطية بين متغيرين، أي ما إذا كانا يتحركان في نفس الاتجاه (علاقة طردية) أو في اتجاهين متعاكسين (علاقة عكسية).

الصيغة الرياضية: $$Cov\ (x,y) = \frac{\sum(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{n}$$

التفسير:

- قيمة موجبة :المتغيران x وy يتحركان في نفس الاتجاه
- قيمة سالبة :المتغيران x وy يتحركان في اتجاهين متعاكسين
- قيمة تساوي صفرًا :لا توجد علاقة بين المتغيرين

التفسير الاقتصادي: يُستخدم لقياس اتجاه العلاقة بين متغيرات اقتصادية مثل: الدخل والاستهلاك، الناتج المحلي والاستثمار، فإذا كان موجبًا، فإن زيادة أحد المتغيرين تقترن بزيادة الآخر (توجد علاقة طردية بينهما)

- **معامل الارتباط(Correlation Coefficient)** : معامل الارتباط هو مقياس إحصائي يعبّر عن قوة واتجاه العلاقة الخطية بين متغيرين، وهو صورة معيارية للتباين المشترك.

الصيغة الرياضية: $$r_{x,y} = \frac{Cov(x,y)}{\delta_x * \delta_y}$$

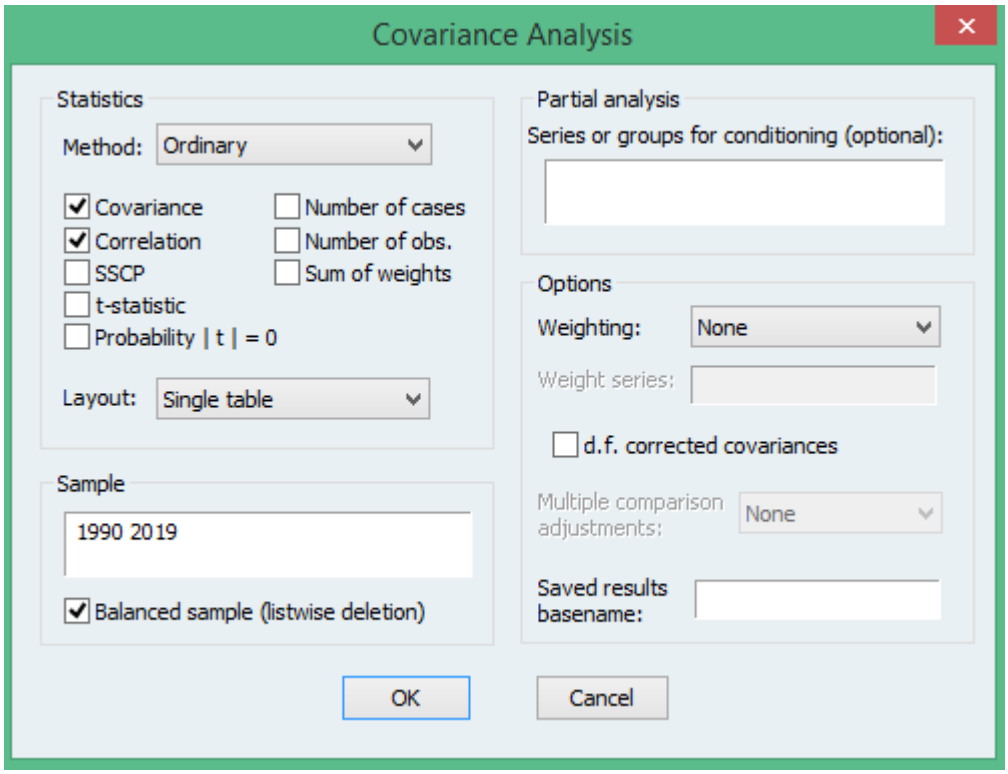
خصائصه:

- تتراوح قيمته بين 1- و 1+
- قيمته =1+: علاقة طردية تامة بين المتغيرين
- قيمته =1-: علاقة عكسية تامة بين المتغيرين
- قيمته =0: لا توجد علاقة بين المتغيرين

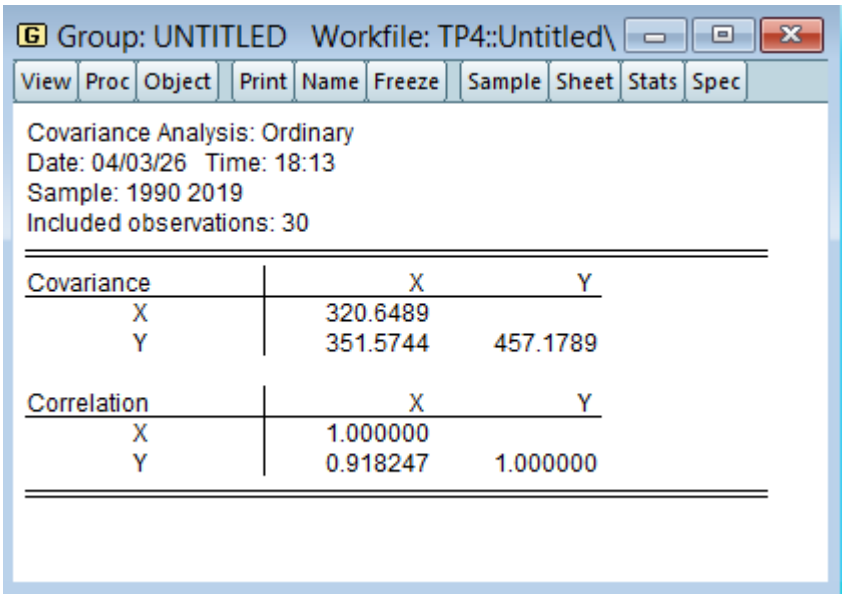
التفسير الاقتصادي: يساعد في: تحليل العلاقة بين المتغيرات الاقتصادية، الكشف عن مشكلة التعدد الخطي (Multicollinearity)، دعم اختيار المتغيرات في النماذج القياسية

لحساب معامل الارتباط والتباين المشترك بواسطة البرنامج نتبع ما يلي:

1. افتح ملف العمل(Workfile) المستهدف
2. حدّد المتغير أو المتغيرات المدروسة عن طريق تظليلها.
3. اضغط بزر الفأرة الأيمن واختر: **Open →as Group**
4. من نافذة المجموعة اختر: **View → Covariance Analyse**



5. من النافذة أعلاه نختار منها الارتباط والتباين المشترك كما نختار أن تظهر النتيجة في عدة جداول، بعدها نضغط على ok، ليعرض لنا البرنامج النتائج التالية


Group: UNTITLED Workfile: TP4::Untitled\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Sample | Sheet | Stats | Spec

Covariance Analysis: Ordinary
Date: 04/03/26 Time: 18:13
Sample: 1990 2019
Included observations: 30

Covariance	X	Y
X	320.6489	
Y	351.5744	457.1789

Correlation	X	Y
X	1.000000	
Y	0.918247	1.000000

2-التمثيلات والرسوم البيانية

الرسوم البيانية تساعد على فهم سلوك البيانات بصريًا، فهي تظهر القيم الشاذة، وتساعد في فهم التوزيع والاتجاه العام للمتغير المدروس، يمكن استعمال برنامج إفيوز في التمثيلات البيانية التالية:

1. **خط مع رموز (Line & Symbol)** :يعرض البيانات على شكل خط متصل مع نقاط (رموز) تمثل القيم الفعلية. يستخدم لتتبع تطور المتغيرات عبر الزمن، وإبراز القيم الفردية مع الاتجاه العام

الأهمية الاقتصادية: مناسب لعرض تطور الناتج المحلي، التضخم، أسعار الصرف مع إبراز كل سنة/فترة.

2.**مخطط الأعمدة (Bar)**: يمثل القيم باستخدام أعمدة رأسية أو أفقية، يستخدم للمقارنة بين قيم متغير واحد عبر فترات، أو للمقارنة بين عدة متغيرات

الأهمية الاقتصادية: يُستخدم لمقارنة المؤشرات الاقتصادية بين سنوات أو قطاعات مختلفة.

3.**النبضات أو الخطوط العمودية (Spike)**: يمثل كل قيمة بخط عمودي ينطلق من الصفر إلى قيمة المتغير، يستخدم لإبراز التغيرات المفاجئة، وإظهار القيم الفردية بوضوح

الأهمية الاقتصادية: مفيد لرصد الصدمات الاقتصادية مثل القفزات في التضخم أو أسعار النفط.

4.**المساحة (Area)**: مشابه للرسم الخطي لكن المساحة أسفل الخط تكون مظللة، يستخدم لإبراز الحجم أو التراكم، ومقارنة مساهمات عدة متغيرات

الأهمية الاقتصادية: يُستخدم لعرض مساهمة القطاعات في الناتج المحلي أو تطور الإنفاق الكلي.

5.**مخطط النقاط (Dot Plot)**: يعرض القيم كنقاط منفصلة دون خطوط، يستخدم لمقارنة القيم، كشف التشتت والتقارب

الأهمية الاقتصادية: مفيد لتحليل توزيع القيم أو مقارنة مؤشرات اقتصادية بين فترات محددة.

6.**التوزيع (Distribution)**: يعرض توزيع البيانات غالبًا على شكل مدرج تكراري، يستخدم لدراسة شكل التوزيع، واختبار طبيعية البيانات

الأهمية الاقتصادية: مهم قبل التحليل القياسي لمعرفة ما إذا كانت البيانات تتبع التوزيع الطبيعي.

7. **الرسم الكمي – الكمي(Q–Q Plot) Quantile – Quantile** : يقارن التوزيع الفعلي للبيانات مع التوزيع الطبيعي، يستخدم للتحقق من طبيعة التوزيع، وكشف الانحرافات عن التوزيع الطبيعي

الأهمية الاقتصادية: يساعد في التأكد من صلاحية استخدام نماذج قياسية تفترض طبيعية المتغيرات.

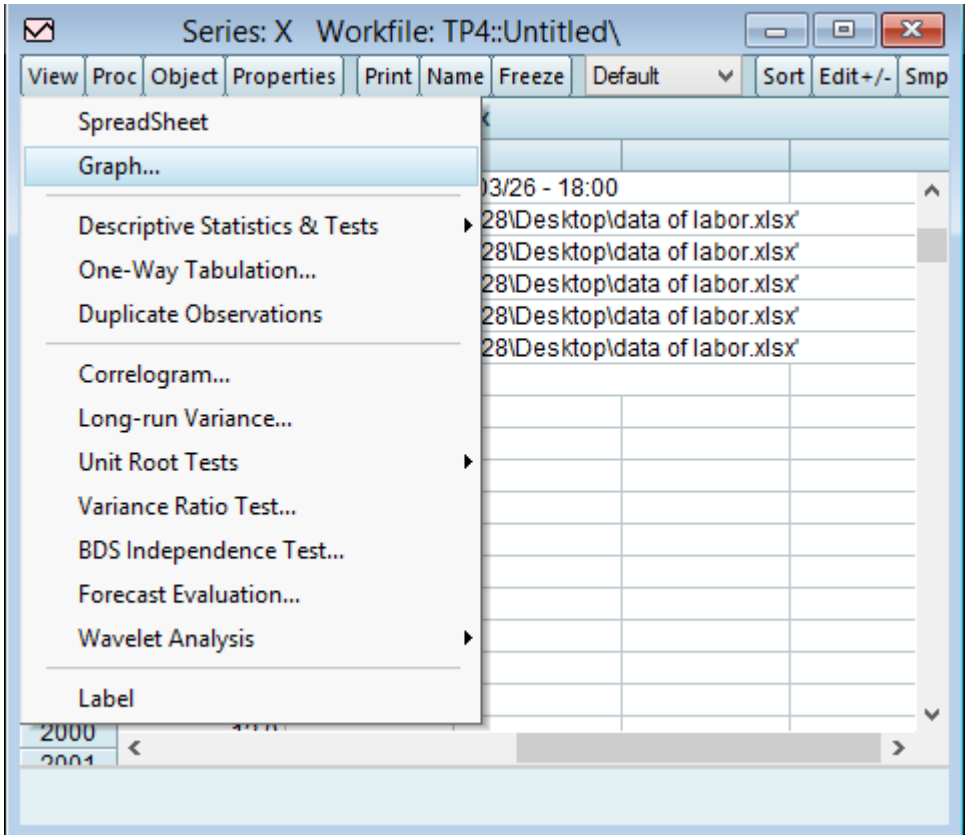
8. **مخطط الصندوق (Boxplot)**: يعرض: القيمة الصغرى، الربع الأول، الوسيط، الربع الثالث، القيمة العظمى، والقيم الشاذة، يستخدم لكشف القيم المتطرفة ومقارنة توزيعات عدة متغيرات

الأهمية الاقتصادية: مهم لدراسة الاستقرار والتقلب في المؤشرات الاقتصادية.

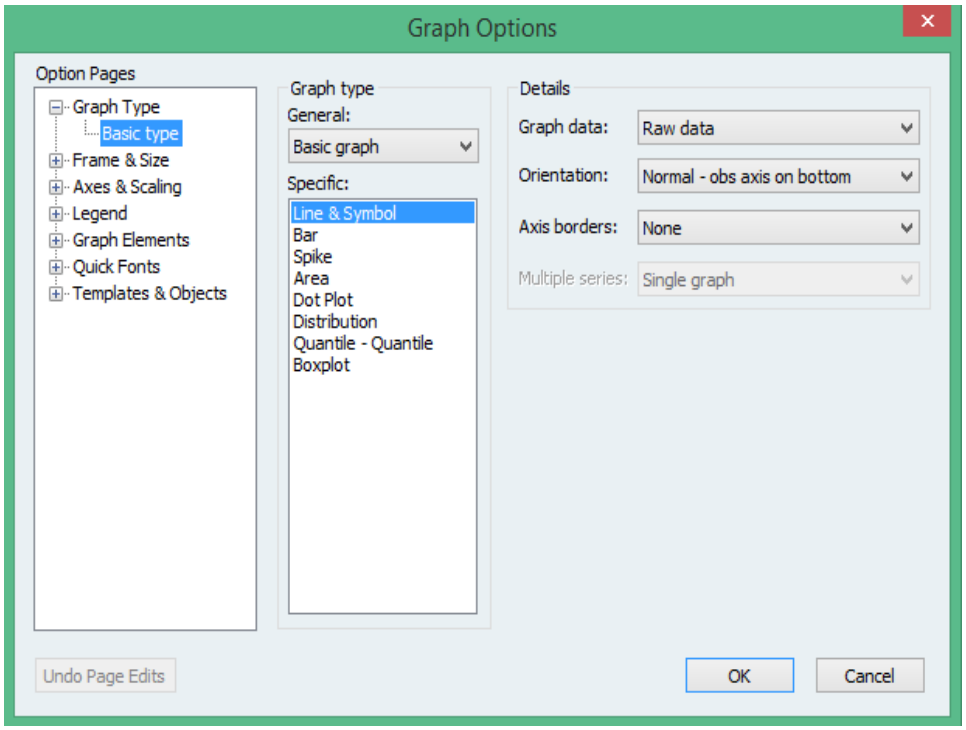
لرسم وعمل الرسومات البيانية في البرنامج نتبع احدى الطريقتين:

الطريقة الأولى:

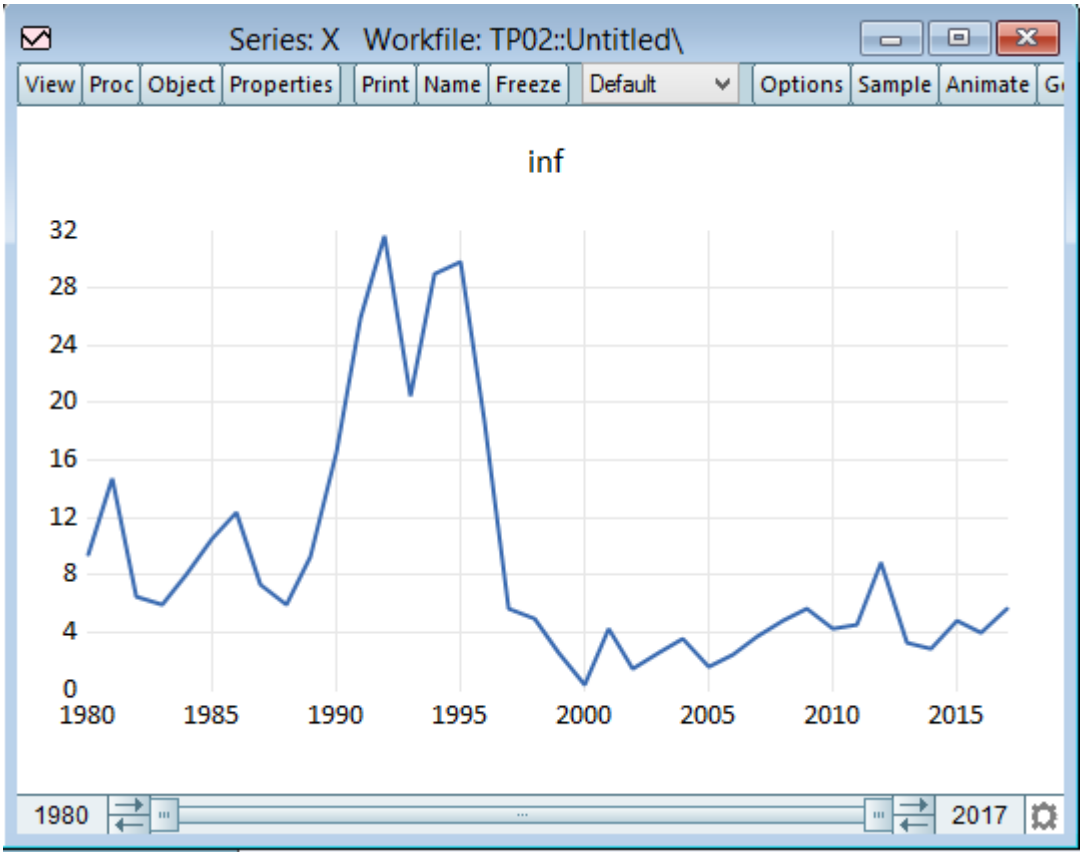
1. افتح ملف العمل(Workfile) المستهدف
2. حدّد المتغير المدروس.
3. من نافذة عرض المتغير اختر: **View → Graph**



4. اختر الرسم البياني المناسب من التمثيلات البيانية الثمانية السابقة، وليكن مثلا الرسم البياني الخطي، كما في الصورة في الأسفل.



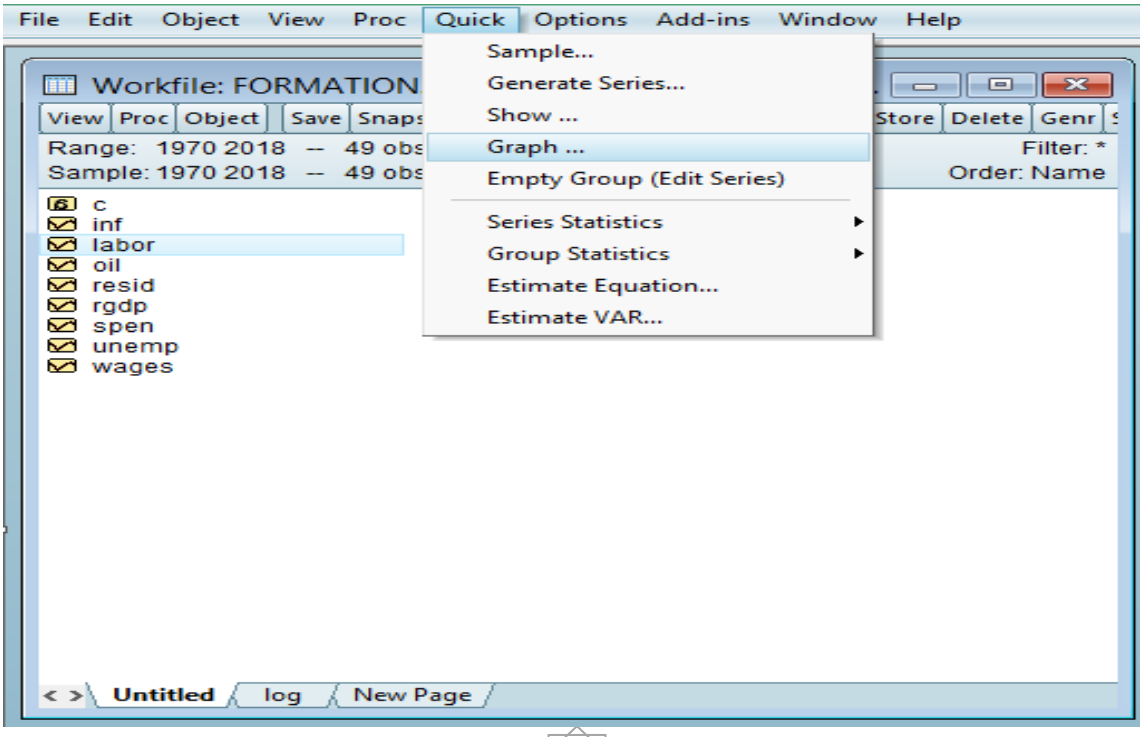
5. يمكن التعديل على الرسم البياني، من حيث نوع الخط، اللون، المحاور وغير ذلك، في الجزء Option Pages، بعدها نضغط على ok فيظهر لنا الرسم البياني كالتالي



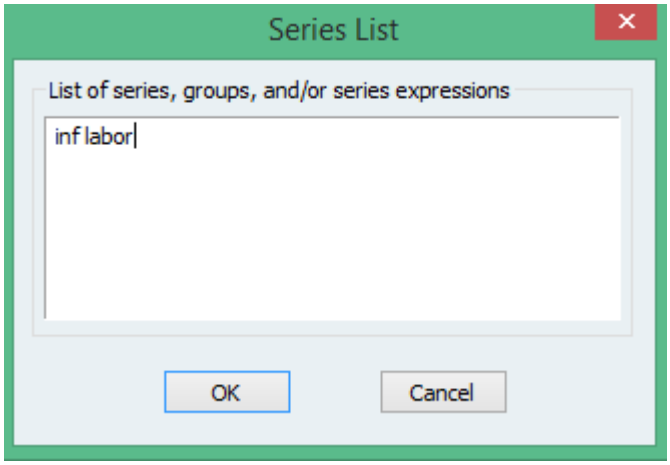
6. في حالة الرسم البياني لعدة متغيرات نقوم بتضليل المتغيرين معا ثم ننقر بالزر الأيمن للفأرة ونختار **Open→ as group** نقوم بنفس الخطوات الخمسة السابقة

الطريقة الثانية:

1. نختار : **Quick→ Graph**

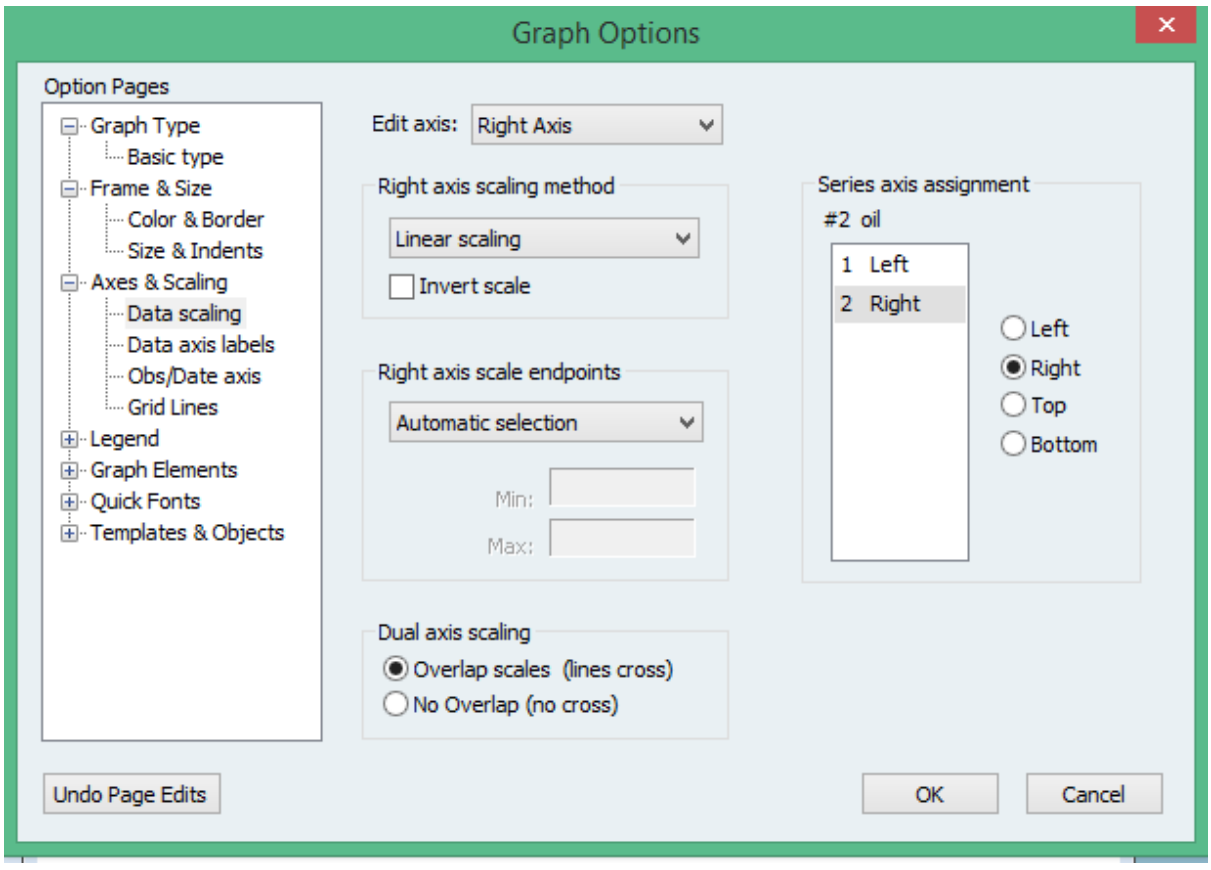


2. تظهر لنا نافذة جديدة نكتب فيها اسم المتغيرات أو السلاسل الزمنية المراد رسمها.

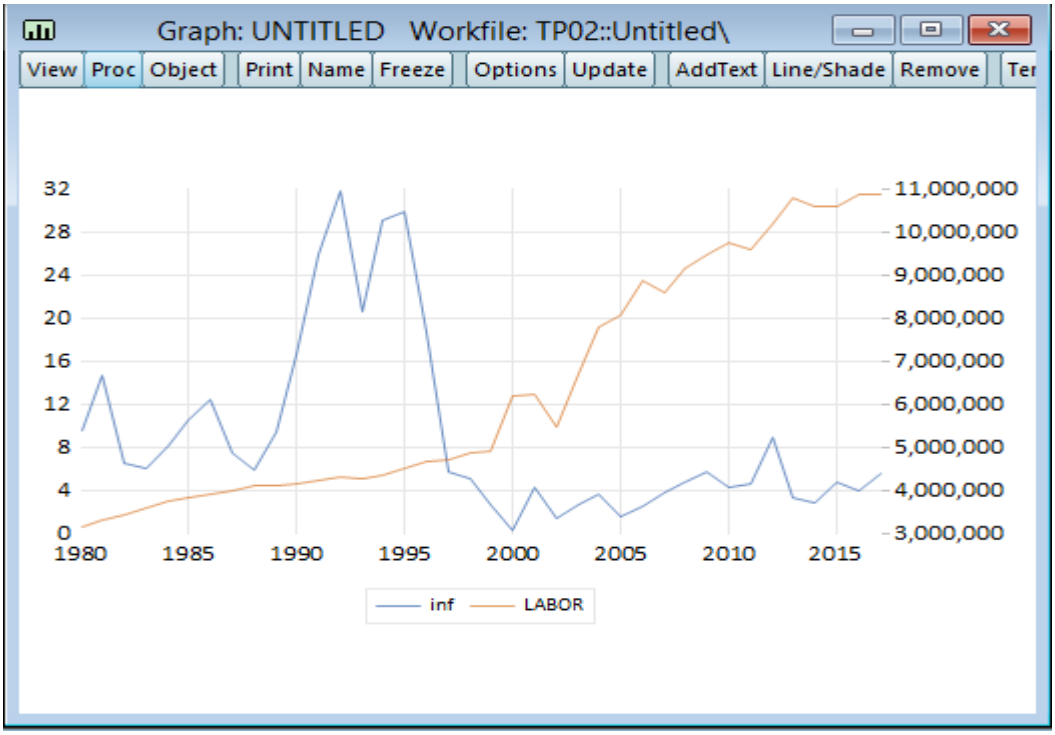


3. إذا أردنا مثلا جعل المتغير الثاني العمالة labor على يمين الرسم، من option pages نختار axes and scaling، ثم نختار Data scaling، ثم ننقر على 2 left ثم ننقر على Right

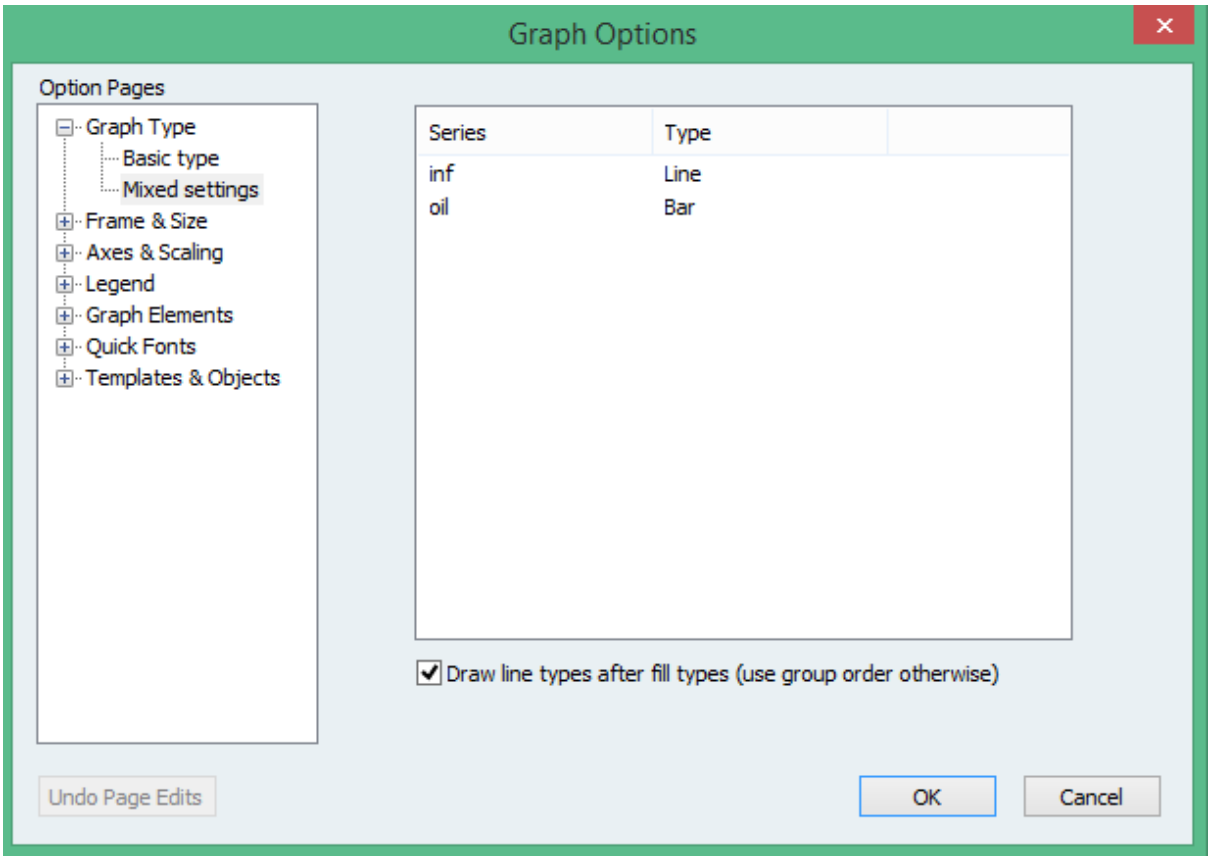
4. أذا أردنا رسم أو وضع كل منحنى في محور خاص به، نقوم بنفس الخطوات في المرحلة أعلاه، ولكن نحدد أو نؤشر على الخيار Overlap scales (lines cross)، وهذا الإجراء مفيد جدا لما تكون قيم المتغيرين بعيدة عن بعضها (قيم صغيرة وقيم كبيرة جدا)

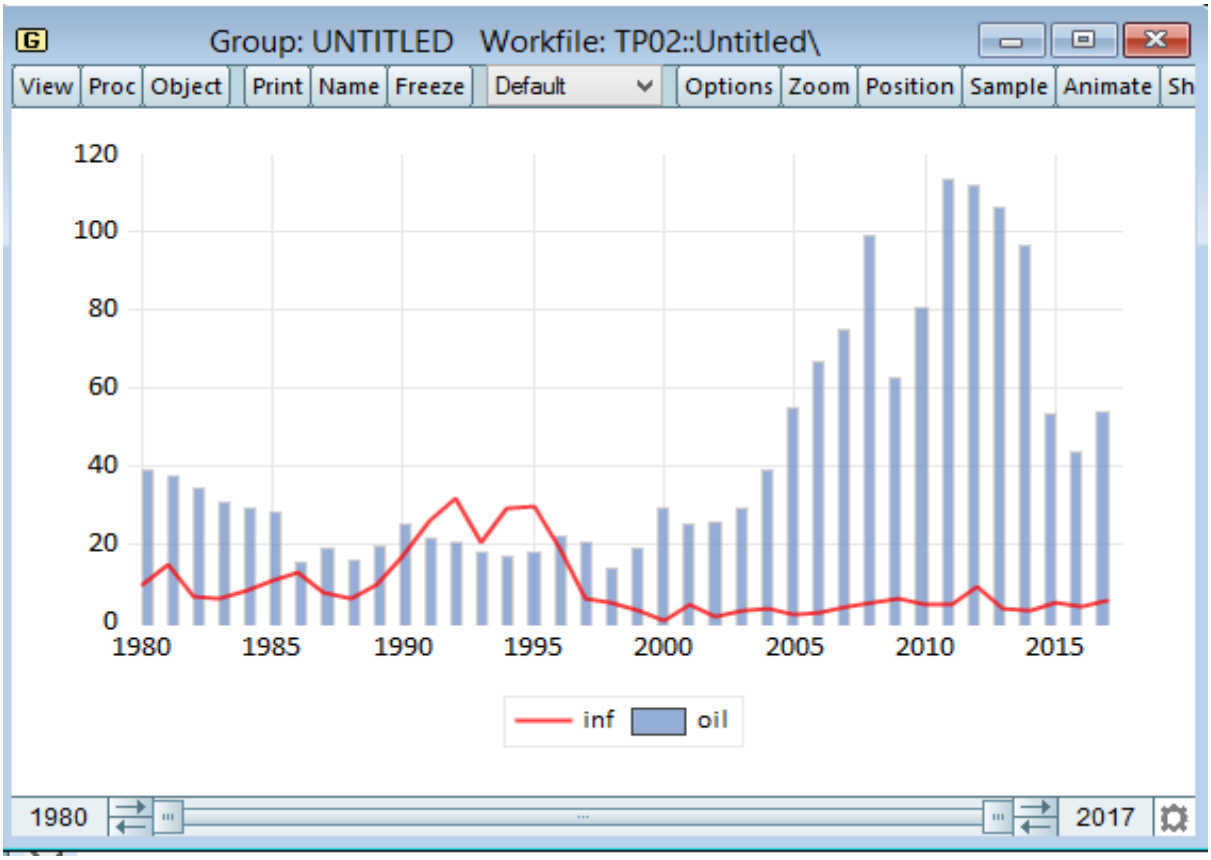


6.بعد الضغط على ok، يظهر لنا الرسم البياني لمنحنى تطور العمالة والتضخم في الجزائر في رسم واحد، حيث كل منحنى له محور وسلم رسم خاص به

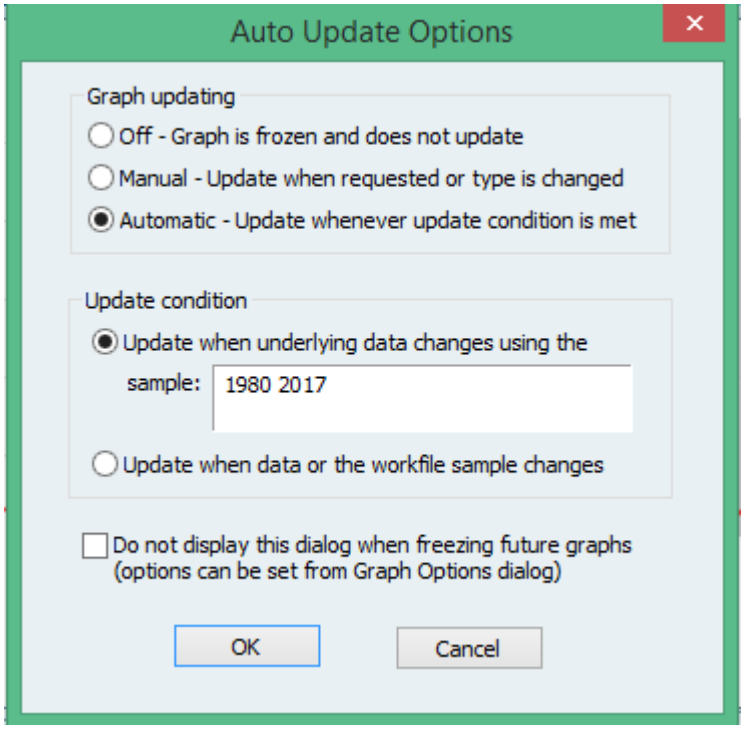


7. إذا أردنا مثلا رسم أشكال بيانية مختلفة في شكل واحد نختار Mixed ثم ننقر Mixed settings ثم نختار نوع الشكل لكل متغير، مثلا سعر النفط في شكل أعمدة Bar، ومعدل التضخم في شكل خط بياني line



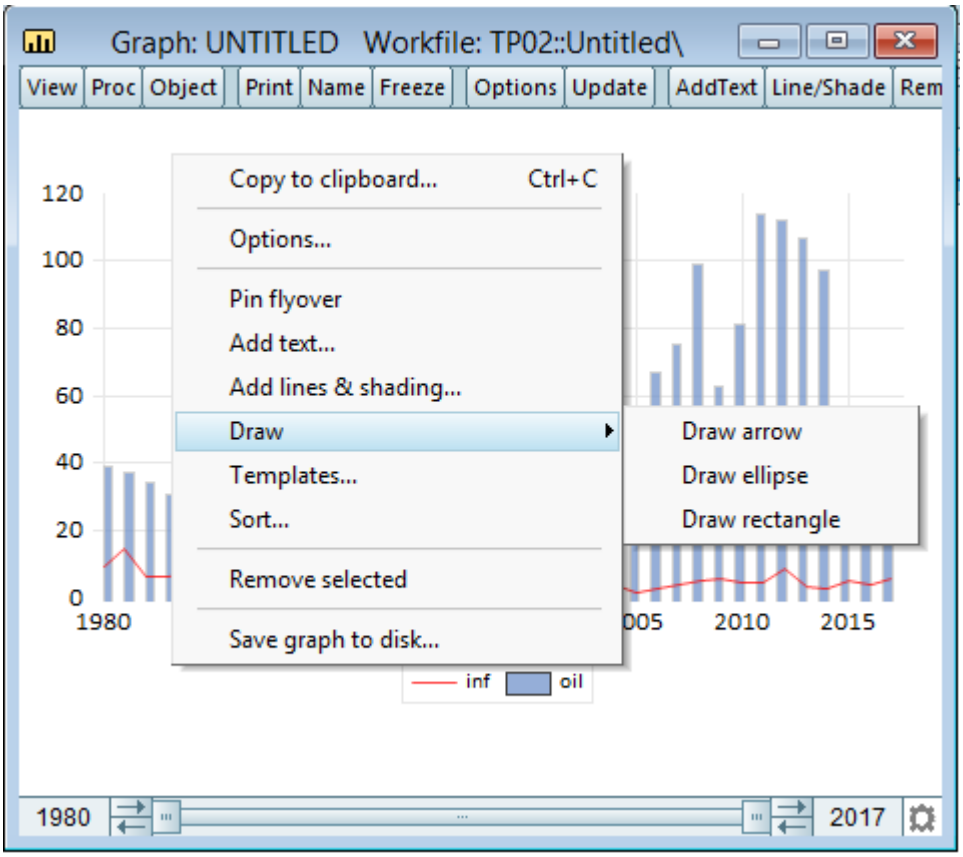


في حالة إضافة إشارات أو علامات في الرسم البياني، ننقر على Freeza، تظهر نافذة جديدة نختار منها Automatic ثم ننقر على ok

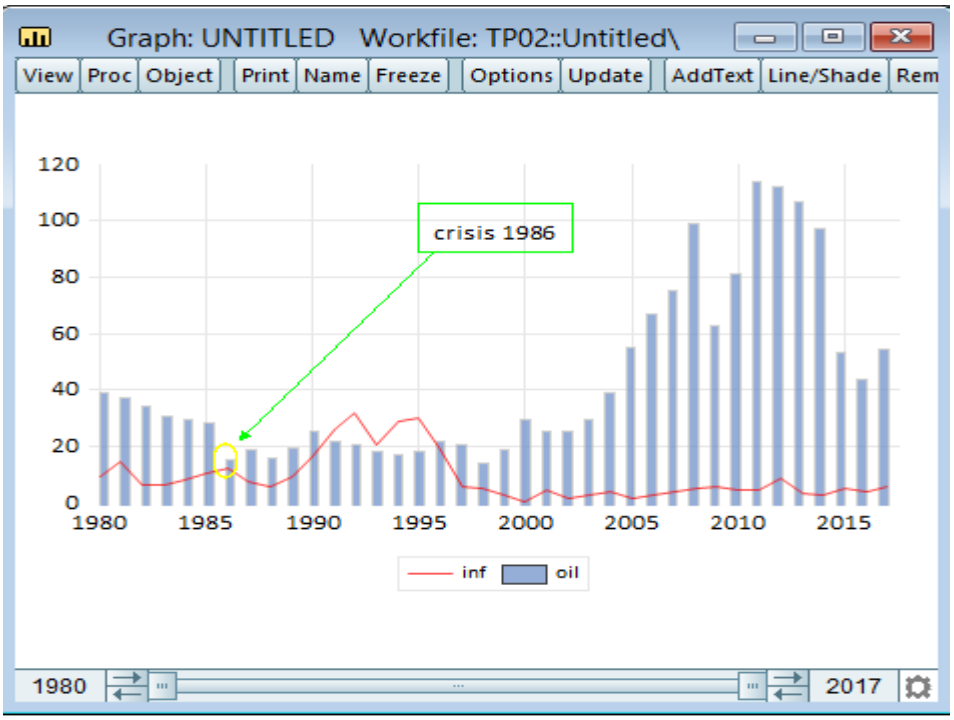


بعدها ننقر بالزر الأيمن للفأرة فوق الرسم ونختار رسم سهم، أو دائرة أو مستطيل كالتالي:

Draw→draw arrow or ellipse or rectangle



نضع العلامة أو الرسمة في المكان المخصص لها وننسخ الشكل البياني وننقله إلى ملف word الخاص به (تقرير تربص أو مذكرة ماستر أو غير ذلك)



تمرين تطبيقي رقم 2.

1. انقل البيانات في الأسفل الى eviews ثم قم بتسمية صفحة العمل بTP2
2. ارسم المنحنى البياني بالإضافة إلى مخطط الأعمدة لكل سلسلة على حده، قم بالتعليق على شكل واتجاه سلاسل المتغيرات
3. ارسم المنحنى المزدوج لكل سلسلتين مثنى مثنى (استعمل الرسم المناسب لذلك)، قدم قراءة إحصائية واقتصادية للرسم
4. اعد السؤال الثاني مبينا في الرسم اهم الأزمات والصدمات التي تعرضت لها المتغيرات المدروسة (CRISIS, SHOCKS)
5. استخرج أهم الإحصاءات الضرورية لكل المتغيرات، مع الشرح
6. استخرج الارتباط والتباين المشترك مع شرح قوة وطبيعة العلاقة بين المتغيرات مثنى مثنى

years	inf	oil	LABOR
1980	9.5	38.17833	3144800
1981	14.7	36.80417	3284000
1982	6.5	33.56008	3422000
1983	6	29.93092	3589000
1984	8.1	28.71942	3756000
1985	10.5	27.64533	3840000
1986	12.4	14.63275	3914000
1987	7.4	18.38717	3978000
1988	5.9	15.14842	4093000
1989	9.3	18.56075	4095000
1990	16.6	24.42067	4144000
1991	25.9	20.9845	4236000
1992	31.7	20.03583	4286000

1993	20.5	17.49008	4273000
1994	29	16.17842	4325000
1995	29.8	17.42325	4505000
1996	18.7	21.27083	4641000
1997	5.7	19.72042	4719000
1998	5	13.07225	4858000
1999	2.6	18.08733	4898000
2000	0.3	28.72433	6179992
2001	4.2	24.71808	6228772
2002	1.4	24.83808	5462000
2003	2.6	28.82617	6684056
2004	3.6	38.32767	7798412
2005	1.6	54.58708	8044000
2006	2.5	66.02517	8869000
2007	3.7	74.66417	8594000
2008	4.8	98.6	9145000
2009	5.7	62.16333	9472000
2010	4.3	80.25333	9736000
2011	4.5	112.8967	9599000
2012	8.89	111.5233	10170000
2013	3.25	105.87	10788000
2014	2.8	96.29	10566000
2015	4.78	52.7	10594000
2016	4	42.8	10845000
2017	5.59	53.5	10858000

المحور الثالث: العمليات الرياضية على المتغيرات والعمليات الجبرية على المصفوفات

يُعدّ برنامج EViews من أهم البرمجيات الإحصائية والقياسية المستخدمة في تحليل البيانات الاقتصادية والمالية، حيث يوفّر مجموعة واسعة من الأدوات التي تمكّن الباحث من إجراء العمليات الرياضية على المتغيرات وكذلك العمليات الجبرية على المصفوفات بكل سهولة ودقة. وتُعد هذه العمليات من الركائز الأساسية في التحليل الكمي، إذ تسمح بتحويل البيانات الخام إلى صيغ قابلة للتحليل والنمذجة.

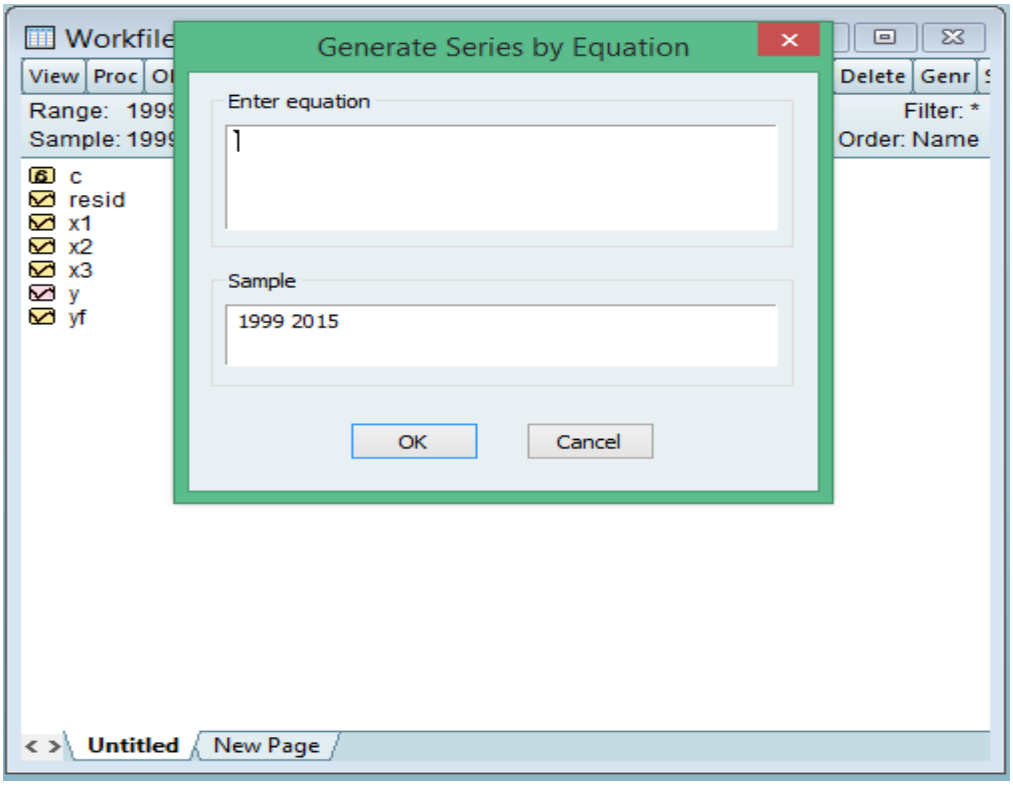
فالعمليات الرياضية على المتغيرات، مثل الجمع والطرح والضرب والقسمة والتحويلات اللوغاريتمية والفروق، تساهم في إعداد المتغيرات بالشكل المناسب للتحليل القياسي، وتحسين خصائصها الإحصائية، ومعالجة مشكلات مثل عدم الاستقرار أو اختلاف الوحدات. أما العمليات الجبرية على المصفوفات، فتُستخدم في تمثيل النماذج الاقتصادية وأنظمة المعادلات بشكل منظم، كما تُعد أداة أساسية في تقدير النماذج القياسية، خاصة في نماذج الانحدار المتعدد، ونماذج المتجهات الذاتية(VAR) ، وتحليل العلاقات بين عدة متغيرات في آن واحد.

وعليه، فإن إتقان استخدام العمليات الرياضية والجبرية في برنامج EViews يمكّن الباحث من تنفيذ التحليل الإحصائي والاقتصادي بكفاءة أعلى، ويعزز من دقة النتائج وسلامة الاستنتاجات، مما يجعل هذه الأدوات عنصرًا أساسيًا في الدراسات الاقتصادية والقياسية الحديثة.

1-العمليات الرياضية على المتغيرات

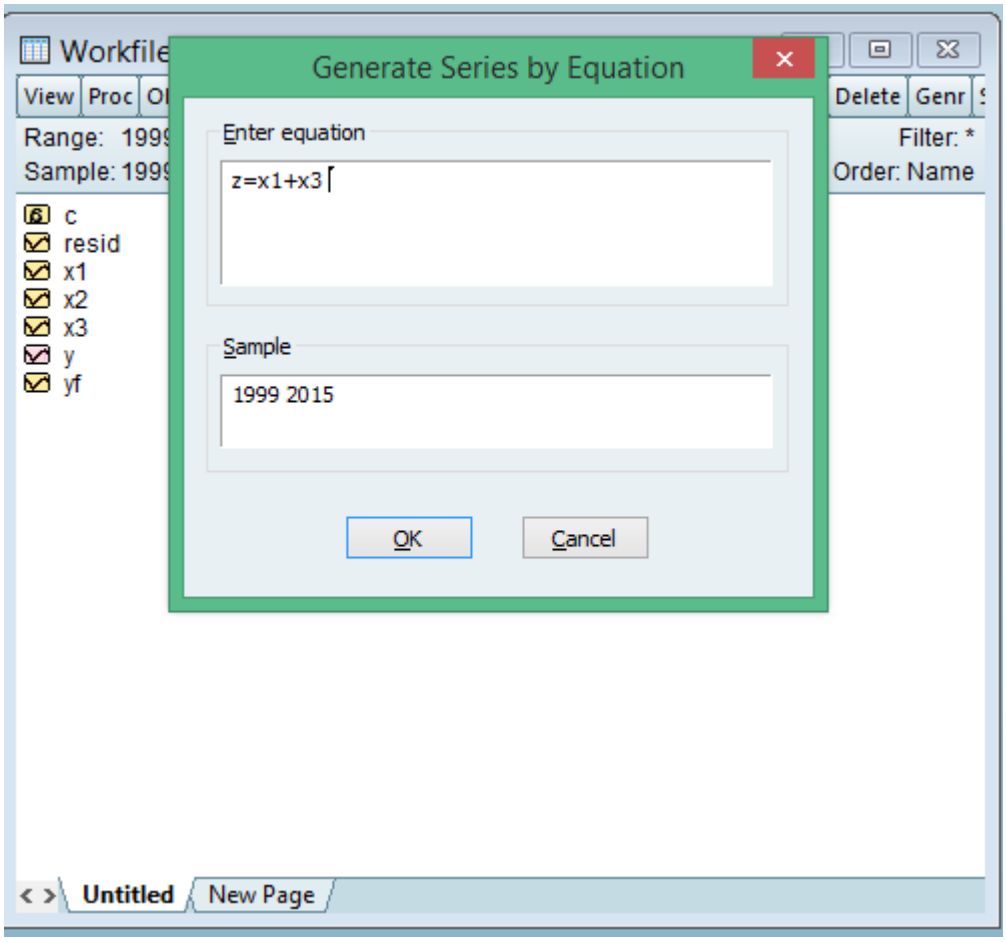
تُجرى العمليات الرياضية على المتغيرات في EViews من خلال:

- شريط الأوامر(Command Window)
- أو عبر: **Quick → Generate Series**
- أو النقر مباشرة على زر Genr في شريط أدوات نافذة ملف العمل



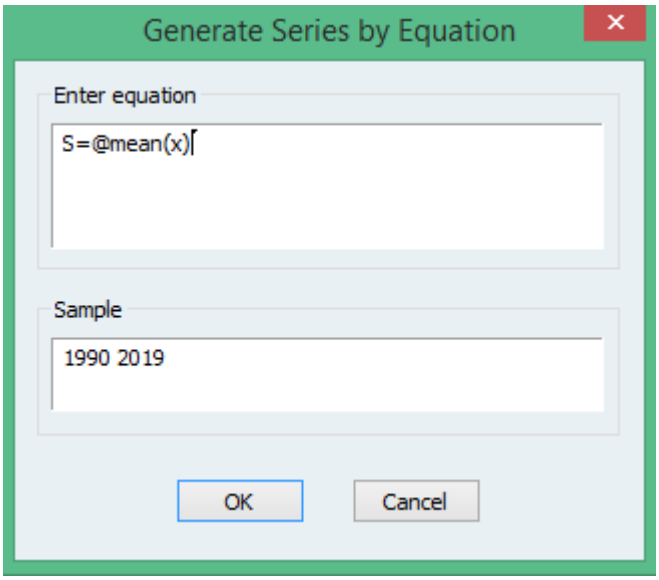
في خانة Enter equation أعلاه نضع رمز السلسلة الجديدة (z مثلا) ثم علامة المساواة ثم العملية الحسابية المطلوبة.

- الجمع(Addition) :دمج قيم متغيرين أو أكثر. Z = X + Y، يستخدم من أجل حساب الدخل الكلي، الإنفاق الكلي، أو مجموع المؤشرات.
- الطرح(Subtraction) : حساب الفروق بين المتغيرات. Z = X – Y، يستخدم في حساب العجز أو الفائض، التغير الصافي.
- الضرب(Multiplication) : ضرب متغير في متغير آخر أو في عدد ثابت. Z = X * Y، W=2 * X، يستخدم في حساب القيم الاسمية، المؤشرات المركبة.
- القسمة(Division) : حساب النسب والمعدلات. Z = X / Y، تستخدم في حساب معدل الادخار، الإنتاجية، أو النسب المالية.
- اللوغاريتم الطبيعي(Logarithm) : تقليل التباين وتحقيق الخطية. LX = log(X)
- الدوال المثلثية: مثل : Cx=cos(X) و Sx=sin(X)



بعد الضغط على ok يظهر المتغير الجديد المحسوب في نافذة العمل مع باقي المتغيرات

أما بالنسبة للدوال مثل المتوسط mean أو القيمة المطلقة abs نبدأ بالإشارة @كما يلي: نضع رمز او اسم السلسلة الجديدة، ثم علامة المساواة ثم رمز @ ثم اختصار العملية المطلوبة ثم السلسة الأصلية التي نجري عليها العملية بين قوسين كما يلي : S=@mean(x) وهي المتوسط الحسابي للسلسلة x



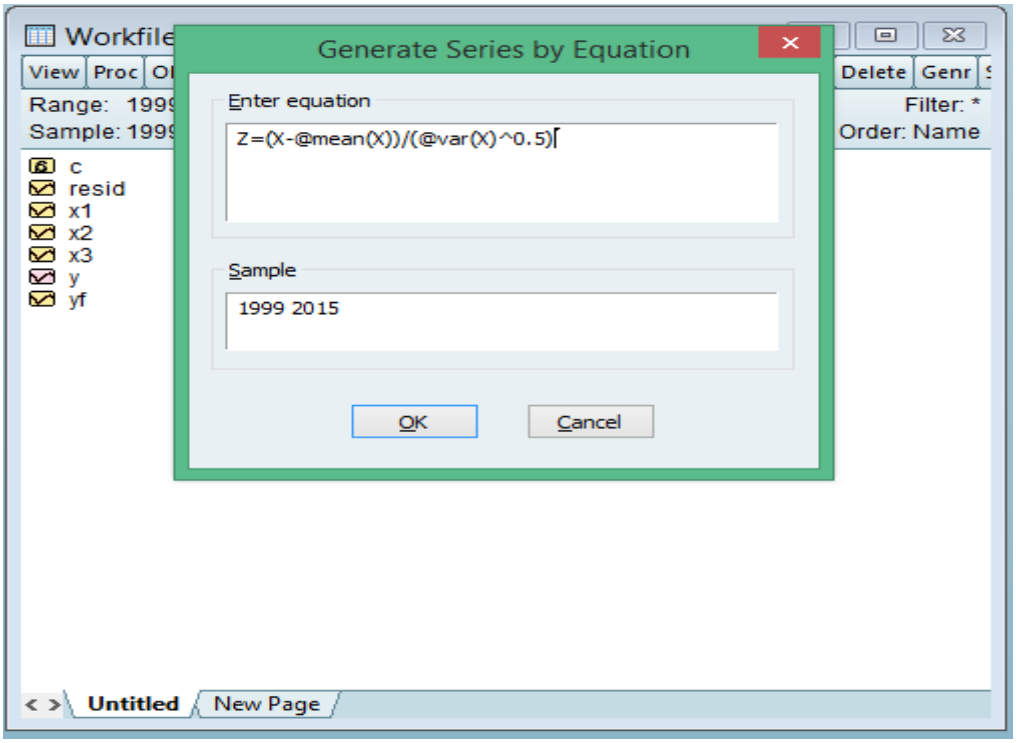
جدول ملخص لأهم الدوال وكيفية حسابها بواسطة برنامج إفيوز

الدالة	الصيغة
المتوسط	@mean(X)
القيمة المطلقة	@abs(X)
الانحراف المعياري	@stdev(X)
التباين	@var(X)
المجموع	@sum(X)
الوسيط	@median(X)
الجذر التربيعي	@sqrt(X)

للحصول على المتغير الممركز لـXيعني ، $X - \bar{x}$ نكتب: Z=X-@mean(X)

للحصول على المتغير المعياري لـXيعني $\frac{X-\bar{x}}{\sigma_x}$ نكتب:

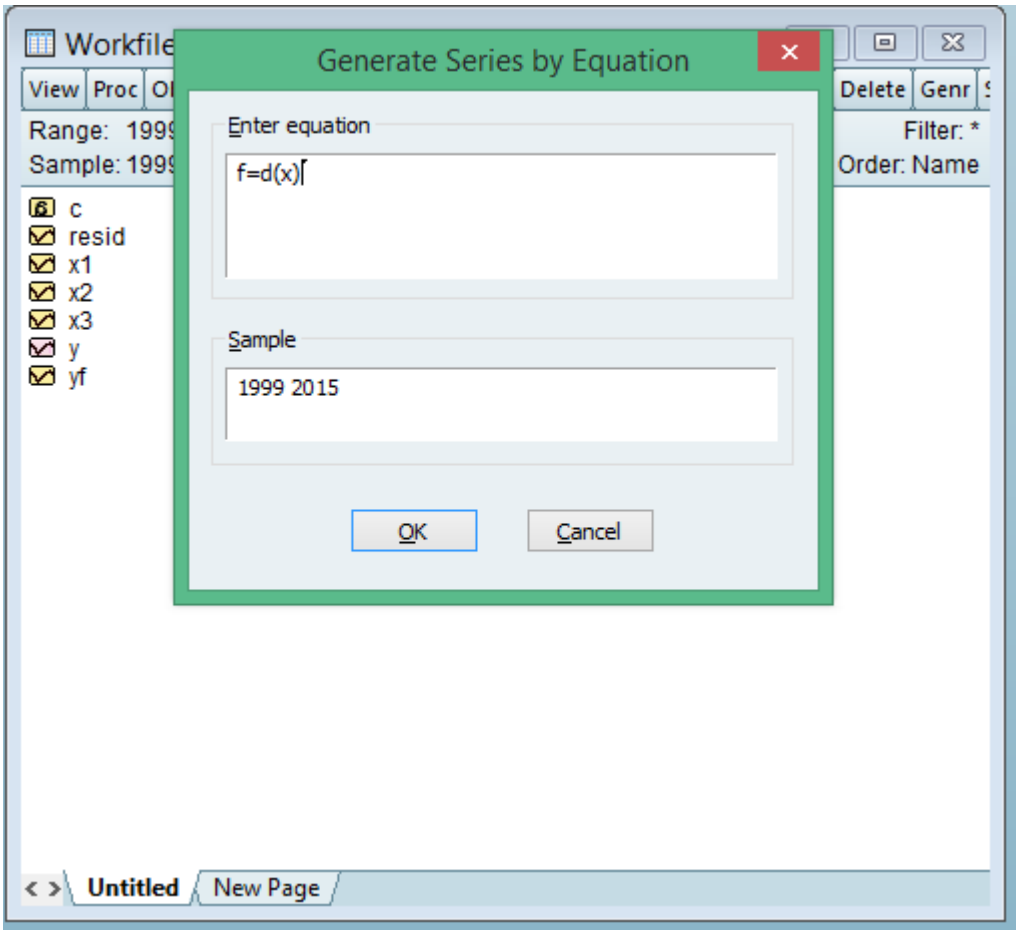
Z=(X-@mean(X))/(@var(X)^0.5) ، حيث الرمز ^ يستعمل لرفع القوة



❖ حساب الفروقات

في برنامج EViews يعد حساب الفروقات (Differences) من العمليات الأساسية في تحليل السلاسل الزمنية، خاصة لمعالجة عدم الاستقرار. نعني بالفرق هو إيجاد متغيرة جديدة تمثل الفرق بين القيمة الحالية والقيمة التي قبلها .

مثال إذا كانت لدينا السلسلة X والمطلوب ايجاد السلسلة f التي تمثل الفرق الأول للسلسلة لإيجاد الفرق الأول ننقر مباشرة على زر genr في شريط الأدوات في نافذة ملف العمل، نكتب f=d(x) أو نكتب f=X-X(-1)



لإيجاد الفرق الثاني (نسميه Z) نكتب التالي: Z=d(d(x)) أو نكتب Z=d(x,2)، وكتعميم نكتب الفرق من الدرجة n كما يلي: Z=d(x,n)

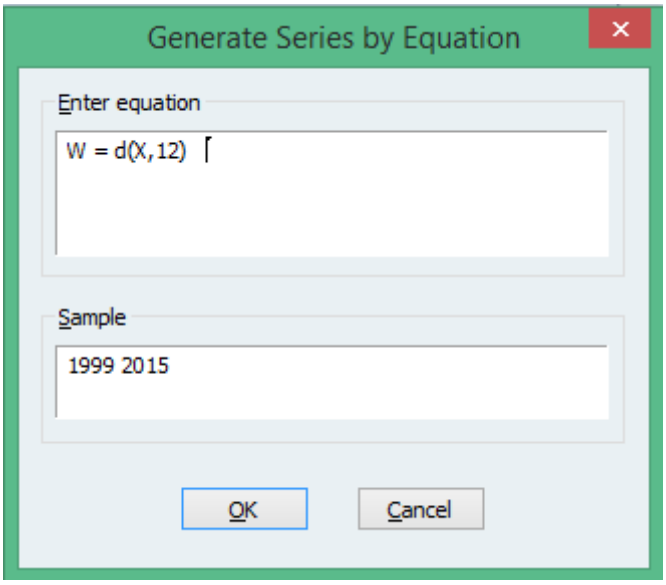
ملاحظة: يمكن عمل الفروقات السابقة بكتابة genr أمام كل فرق في مساحة الأوامر، مثلا:

z=d(x) genr ثم نضغط entre

❖ الفروقات الموسمية (Seasonal Differences)

تُستخدم مع البيانات الفصلية أو الشهرية من أجل حذف مركبة الموسمية من السلسلة الزمنية

- للبيانات الفصلية نستخدم S= d(X,4)
- للبيانات الشهرية نستخدم W = d(X,12)



❖ حساب معدل النمو

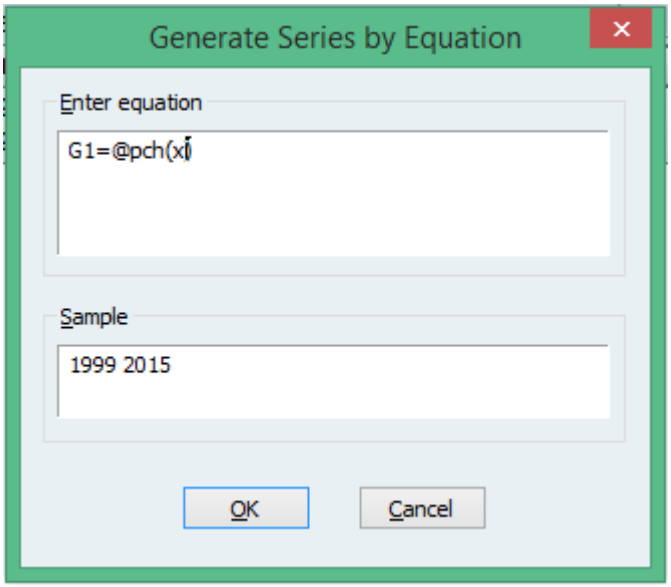
لحساب معدل التغير أو النمو لظاهرة ما، في برمجية Eviews نكتب: g=((x-x(-1))/x(-1)) أو g=@pch(x)

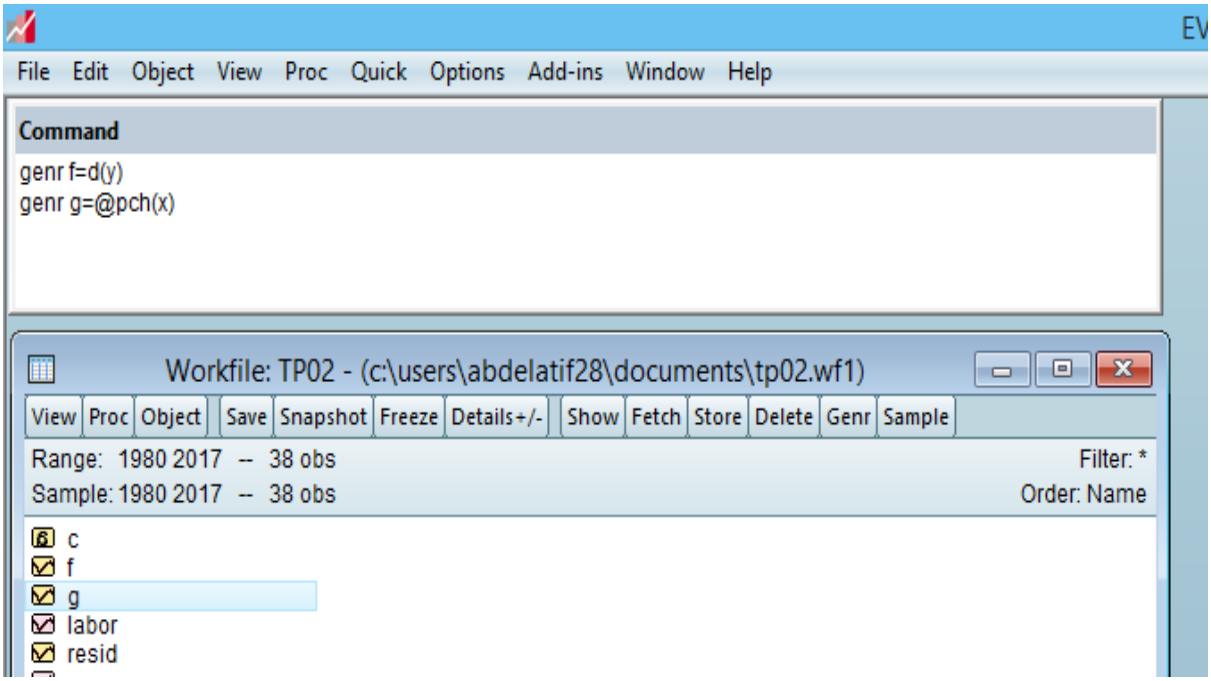
معدل التغير(Change Rate) : هو الفرق بين قيمة المتغير في فترة معيّنة وقيمته في الفترة السابقة. يُستخدم لمعرفة مقدار الزيادة أو النقصان المطلق في المتغير.كالتالي: GX=d(X)

معدل النمو(Growth Rate) :يوجد فيه نوعين:

معدل النمو النسبي البسيط: G1 = (X – X(-1)) / X(-1)، لتحويله إلى نسبة مئوية نضرب في 100، يستخدم لقياس النمو السنوي أو الفصلي كنسبة مئوية. او نستعمل الامر G1=@pch(x)

معدل النمو اللوغاريتمي: G2 = d(log(X))، لتحويله إلى نسبة مئوية نضرب في 100


Generate Series by Equation
Enter equation
G1=@pch(x)
Sample
1999 2015
OK
Cancel


File Edit Object View Proc Quick Options Add-ins Window Help
Command
genr f=d(y)
genr g=@pch(x)
Workfile: TP02 - (c:\users\abdelatif28\documents\tp02.wf1)
View Proc Object Save Snapshot Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample
Range: 1980 2017 -- 38 obs
Filter: *
Sample: 1980 2017 -- 38 obs
Order: Name
c
f
g
labor
resid

2-العمليات وحساب المصفوفات

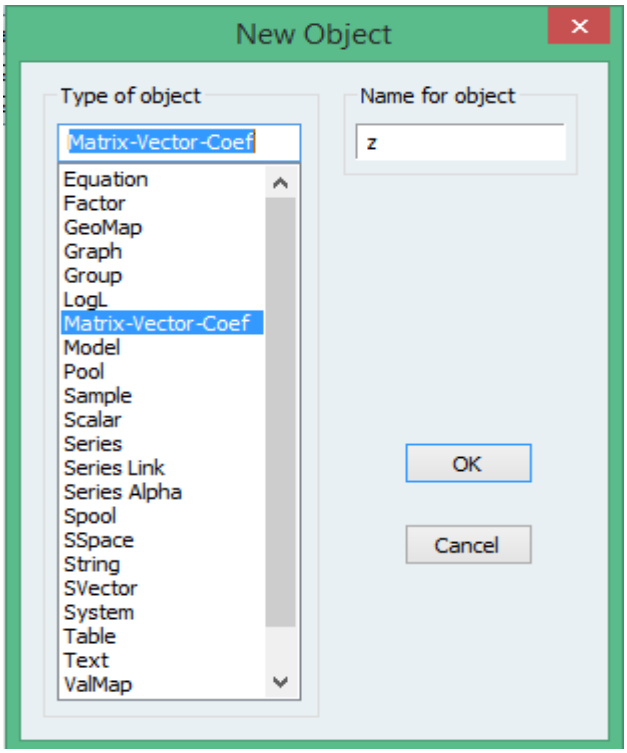
إنشاء مصفوفة: ليكن لدينا مصفوفة مكونة من 3 أسطر و 3 أعمدة كما يلي:

$$Z = \begin{pmatrix} 3 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 5 \\ 1 & 8 & 9 \end{pmatrix}$$

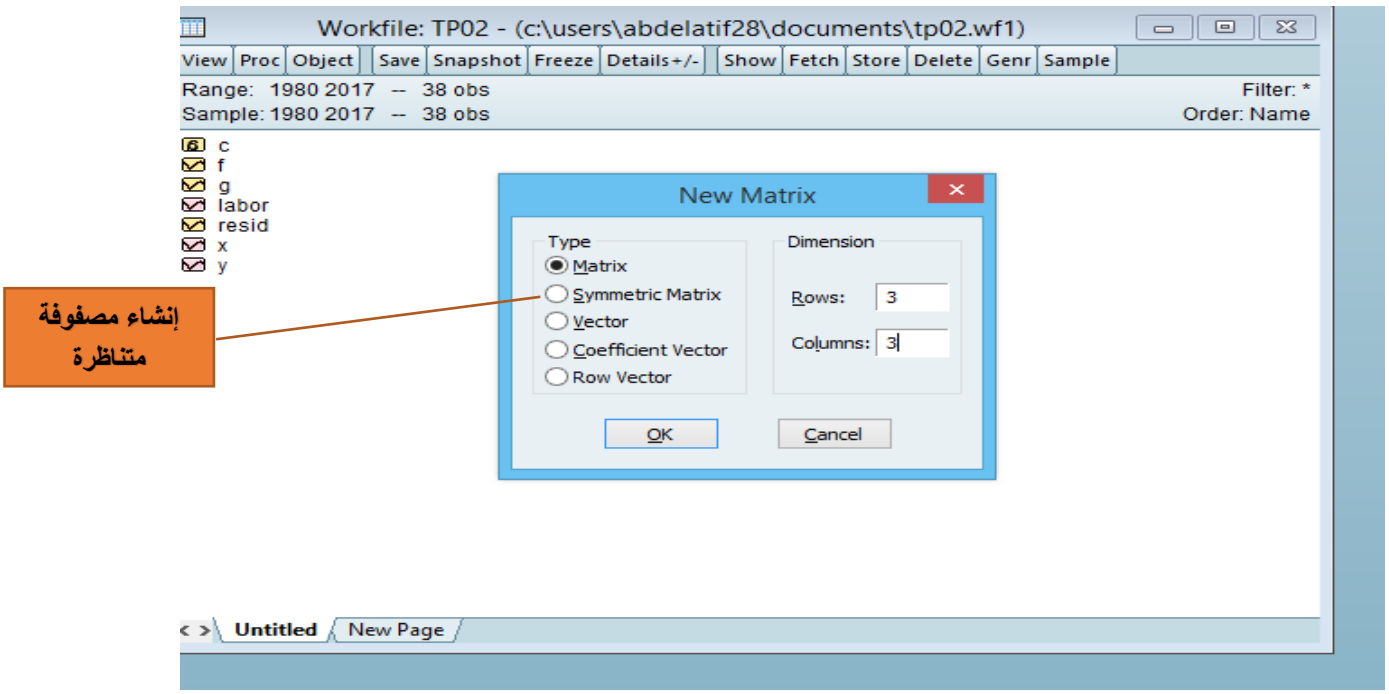
لإنشاء هذه المصفوفة في Eviews نذهب إلى :

Object → New object→matrix-Vector-Coefficient

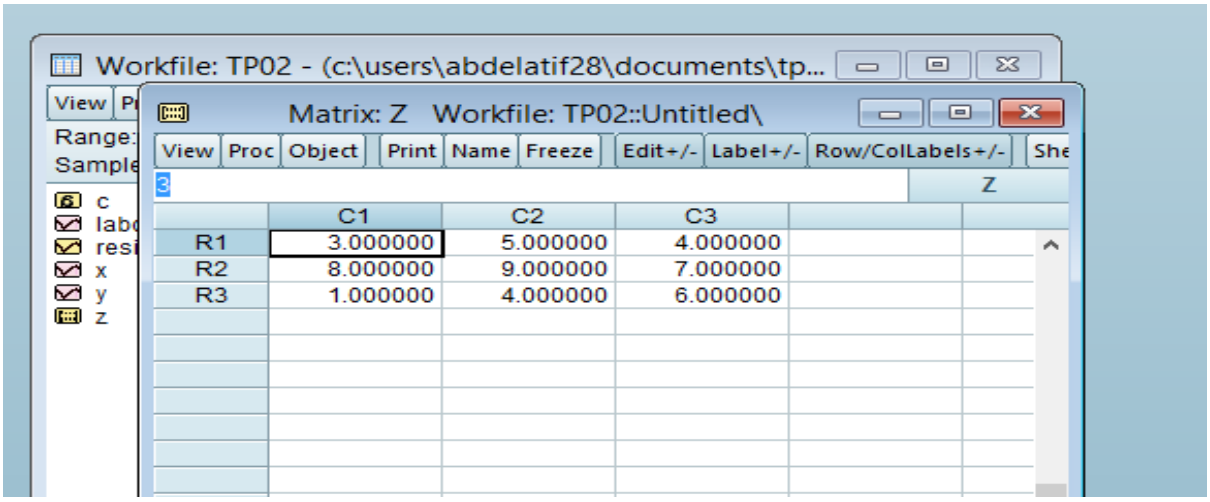
نقوم بتسمية المصفوفة بـ Z



نحدد عدد الأسطر Rows وعدد الأعمدة Columns وفي مثالنا لدينا 3و 3على التوالي ثم نضغط على Ok



حيث يمكننا ملء الخانات من خلال الضغط علىEdit ثم كتابة الأرقام كما يمكن إنشاء مصفوفة متناظرة من خلال اختيارSymmetric Matrix من نافذة New object ، ونلاحظ أنه لملء هذه المصفوفة يكفي فقط ملء نصف قطر المصفوفة وبقية القطر الآخر يمتلئ آليا لأنها متناظرة

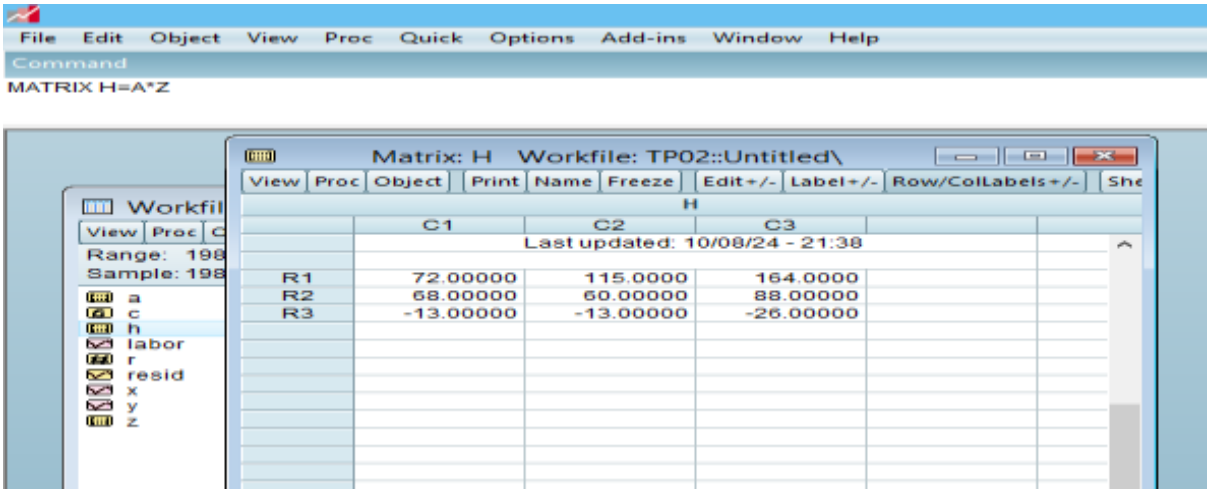


يمكن إنشاء مصفوفة الوحدة (من الدرجة الثالثة مثلا) عن طريق كتابة الأمر التالي:

matrix A =@identity(3)

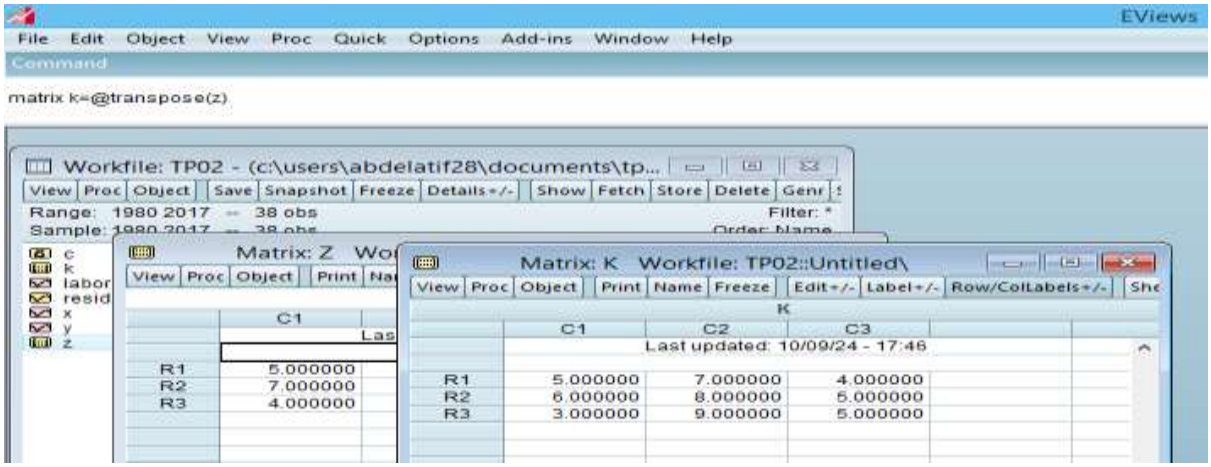
❖ أهم العمليات على المصفوفات

- **جمع المصفوفات**: بشرط أن تكون لها نفس الأبعاد matrix C = A + B
- **طرح المصفوفات**: matrix D = A – B
- **ضرب المصفوفات**: بشرط عدد أعمدة A = عدد صفوف B ، matrix E = A * B
- **ضرب مصفوفة في عدد(Scalar)** : matrix F = 2 * A



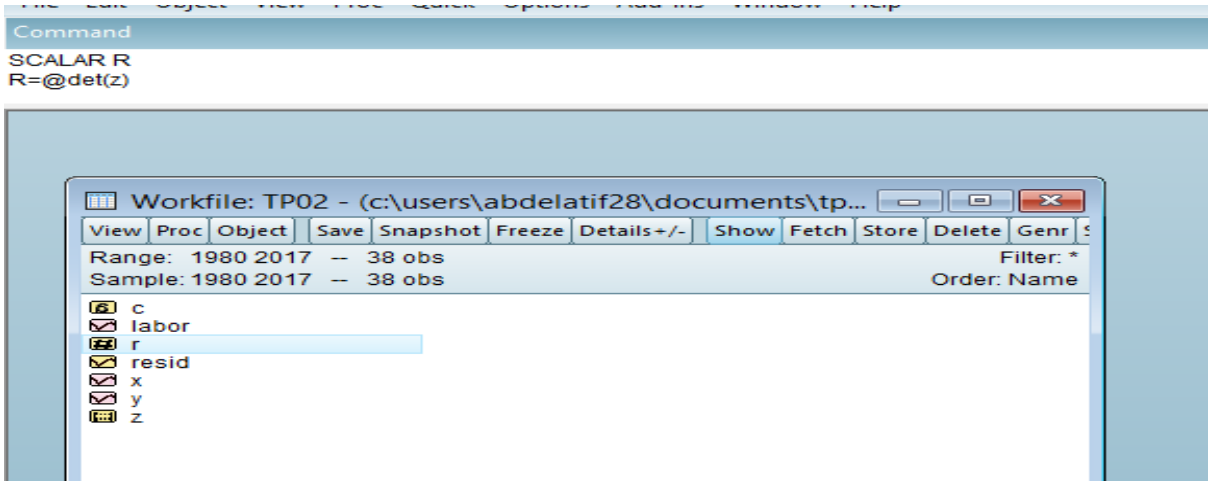
- **المصفوفة المنقولة(Transpose)** : matrix AT = @transpose(A)
- **معكوس المصفوفة(Inverse)** : بشرط ان يكون محددها لا يساوي الصفر،

matrix AI = @inverse(A)



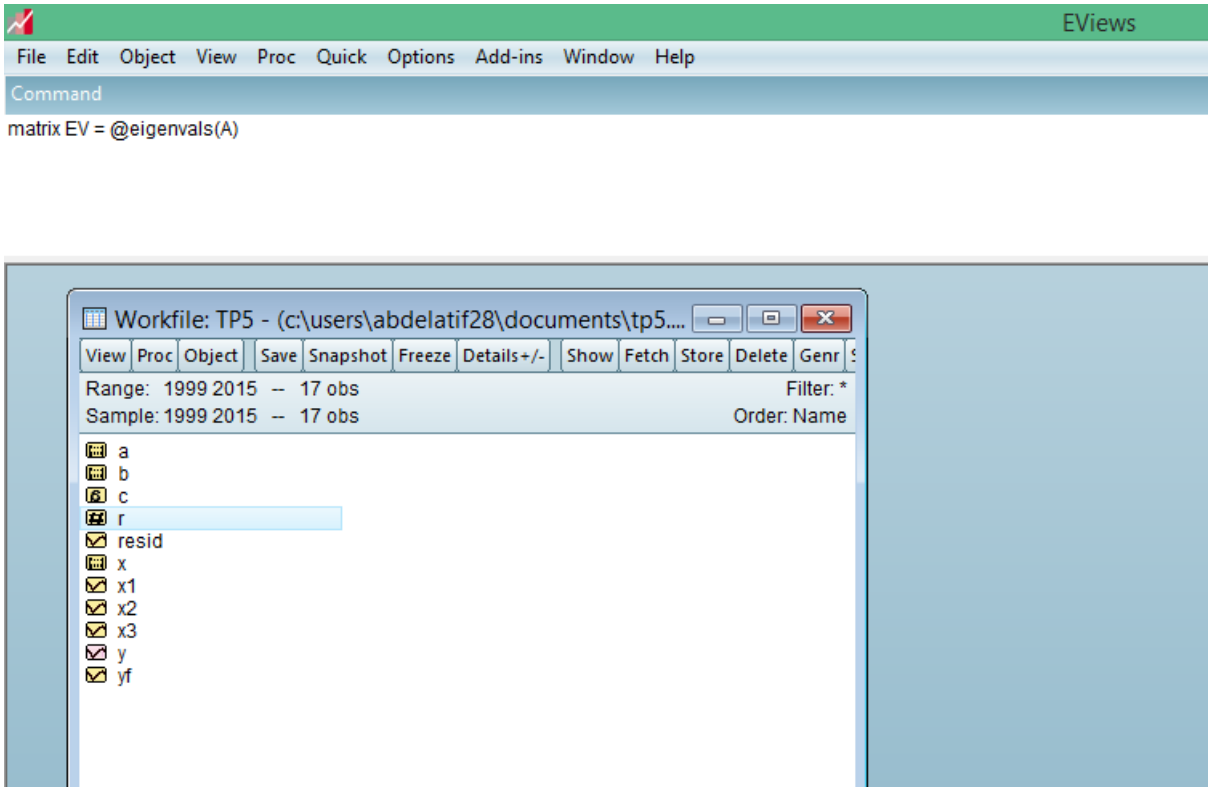
- **محدد المصفوفة(Determinant)** : scalar DET = @det(A)
- **أثر المصفوفة (Trace)** : scalar R=@trace(Z)
- **رتبة مصفوفة (Rank)**: scalar R=@Rank(Z)

ملاحظة: المحدد والأثر والرتبة هي أعداد حقيقية ولتعريف العدد الحقيقي نستعمل التعليمة Scalar



- **القيم الذاتية:** نستعمل الأمر: matrix EV = @eigenvals(A)
- **الأشعة الذاتية:** نستعمل الأمر: matrix EVC = @eigenvecs(A)

ملاحظة: المصفوفة A يجب أن تكون مربعة ومتناظرة



تمرين تطبيقي رقم 3:

1-بالاعتماد على بيانات التمرين التطبيقي رقم 2 قم بما يلي:

- ارسم المنحنى البياني لكل سلسلة على حده، ثم ادخل اللوغاريتم على كل سلسلة وارسم المنحنى من جديد، ماذا تلاحظ
- احسب المتوسط الحسابي، ثم معدل النمو لكل سلسلة
- أوجد سلسلة الفروقات الأولى والثانية لكل سلسلة، مثلها بيانيا، ماذا تلاحظ؟

2-انشئ المصفوفات التالية على البرنامج:

$$\mathbf{A}=\begin{pmatrix}\mathbf{3} & \mathbf{1} & \mathbf{2}\\ \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{8}\\ \mathbf{2} & \mathbf{8} & \mathbf{9}\end{pmatrix}،\mathbf{B}=\begin{pmatrix}\mathbf{3} & \mathbf{3} & \mathbf{10}\\ \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{5}\\ \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{9}\end{pmatrix}،$$

$$\mathbf{C}=\begin{pmatrix}\mathbf{3} & \mathbf{3} & \mathbf{1}\\ \mathbf{3} & \mathbf{7} & \mathbf{5}\\ \mathbf{1} & \mathbf{5} & \mathbf{9}\end{pmatrix}،\mathbf{Z}=\begin{pmatrix}\mathbf{3} & \mathbf{3} & \mathbf{2}\\ \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{5}\\ \mathbf{1} & \mathbf{8} & \mathbf{9}\end{pmatrix}$$

- احسب ما يلي: A+B,C-A,Z-C*Z,A*B.
- احسب محدد، أثر ورتبة كل مصفوفة
- احسب منقول ومعكوس كل مصفوفة
- أوجد القيم الذاتية والأشعة الذاتية للمصفوفات الممكنة

المحور الرابع: الانحدار الخطي البسيط

الانحدار الخطي البسيط هو أحد أساسيات الإحصاء وتحليل البيانات، وهو أسلوب إحصائي يساعد في فهم العلاقة بين متغيرين. ببساطة، يحاول هذا النموذج تحديد كيف يؤثر متغير مستقل (مثل الدخل) على متغير تابع (مثل الإنفاق).

يتم تمثيل هذه العلاقة بخط مستقيم – يسمى خط الانحدار أو خط الاتجاه – يلخص الأنماط في البيانات. يهدف النموذج إلى إيجاد أفضل خط يمر عبر نقاط البيانات بحيث يكون مجموع المسافات بين الخط والنقاط في أدنى قيمة ممكنة.

تساعد هذه الطريقة في:

- التنبؤ بقيم جديدة
- فهم قوة العلاقة بين المتغيرات
- تحديد اتجاه العلاقة (موجبة أم سالبة)

يعتبر الانحدار الخطي البسيط حجر الأساس للعديد من التقنيات الإحصائية الأكثر تعقيداً، وهو أداة قوية في مجالات الاقتصاد، العلوم الاجتماعية، الطب، والذكاء الاصطناعي.

1-تذكير ببعض المفاهيم

يُعتبر نموذج الانحدار الخطي البسيط من أبسط المناهج القياسية المستخدمة في دراسة العلاقات والتأثيرات بين المتغيرات. حيث يهتم هذا النموذج بدراسة العلاقة بين متغير تابع ومتغير مستقل (مفسر) في إطار علاقة رياضية خطية.

1.الصياغة الرياضية للنموذج القياسي البسيط

$$y_i = \alpha + \beta * x_i$$

حيث:

- y_t : المتغير التابع
- x_t: المتغير المستقل
- α :الحد الثابت .

- B: الميل الحدي أو معامل الانحدار.

إذا كان النموذج يأخذ في الاعتبار عنصر الزمن، فإنه يمكن استخدامه في دراسة العلاقات الديناميكية مثل العلاقة بين الاستهلاك والدخل المتاح

ومن أجل تحسين دقة النموذج، يتم إدخال عنصر يُعرف باسم الخطأ العشوائي أو الحد العشوائي، وهو متغير يعبر عن الاختلافات والمؤثرات التي لم تؤخذ بعين الاعتبار. وبالتالي يصبح النموذج على النحو التالي:

$$y_t = \alpha + \beta * x_t + \varepsilon_t$$

حيث:

- $\mathbf{y_t}$ المتغير التابع (المفسَّر).
- $\mathbf{x_t}$ المتغير المستقل (المفسِّر).
- β وα معلمات النموذج.
- ε_tالخطأ العشوائي او الحد العشوائي.

2.تقدير معلمات النموذج باستخدام طريقة المربعات الصغرى(OLS)

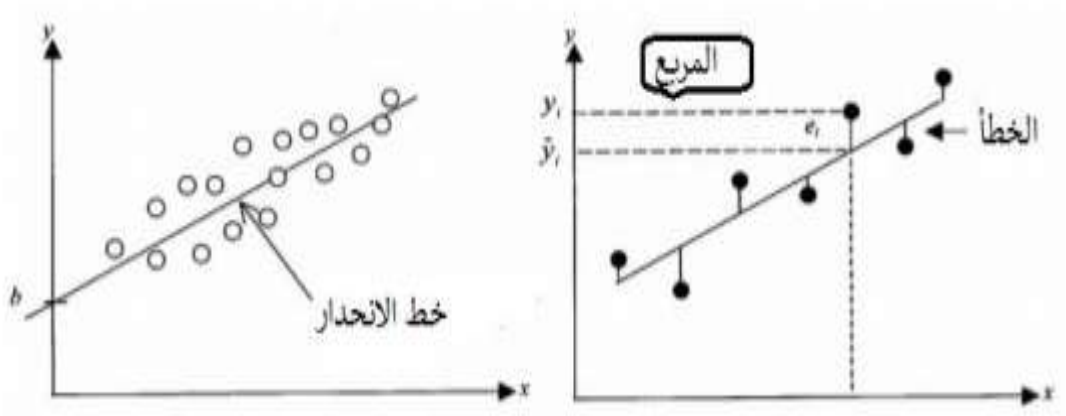
تُستخدم طريقة المربعات الصغرى العادية (Ordinary Least Squares - OLS) لتقدير معلمات نموذج الانحدار الخطي البسيط .والهدف من هذه الطريقة هو تقليل مجموع مربعات الأخطاء إلى أقل حد ممكن.

نموذج الانحدار الخطي البسيط يُكتب كالتالي:

$$y_t = \alpha + \beta * x_t + \varepsilon_t$$

وتتمثل فكرة طريقة المربعات الصغرى في تقليل مجموع مربعات الفجوات بين القيم الحقيقية والقيم المقدَّرة على خط الانحدار، مما يُمكننا من إيجاد أفضل خط انحدار ممكن يقلل من الأخطاء العشوائية.

منحنى يبين عمل طريقة المربعات الصغرى العادية



قانون حساب المقدرات

$$\hat{\beta} = \frac{\sum x_t y_t - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x_t^2 - n(\bar{x})^2} = \frac{n\sum x_t y_t - \sum x_t \sum y_t}{n\sum x_i^2 - (\sum x_t)^2} = \frac{\sum(x_t - \bar{x})\sum(y_t - \bar{y})}{\sum(x_t - \bar{x})^2}$$
$$= \frac{cov(x_t, y_t)}{v(x_t)}$$

$$\hat{\alpha} = \bar{y} - \hat{\beta}\bar{x}$$

ملاحظة:

النموذج الاقتصادي $y_t = \alpha + \beta * x_t$

النموذج القياسي $y_t = \alpha + \beta * x_t + \varepsilon_t$

النموذج المقدر $\hat{y_t} = \hat{\alpha} + \hat{\beta} * x_t$

3.تباين المقدرات ودراسة المعنوية

- **تباين المقدرات**

تباين الخطأ العشوائي:

$$\hat{\sigma}_{\varepsilon_t}^2 = v(\varepsilon_t) = \frac{\sum_{t=1}^{n}(y_t - \hat{y}_t)^2}{n-2} = \frac{\sum_{t=1}^{n}{\varepsilon_t}^2}{n-2}$$

تباين الميل الحدي:

$$\hat{\sigma}_{\hat{\beta}}^2 = v(\hat{\beta}) = \frac{\hat{\sigma}_{\varepsilon_t}^2}{\sum_{t=1}^{n}(x_t - \bar{x})^2}$$

تباين الحد الثابت:

$$\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}^2 = v(\hat{\alpha}) = \hat{\sigma}_{\varepsilon_t}^2\left(\frac{1}{n} + \frac{\bar{x}^2}{\sum_{t=1}^{n}(x_t - \bar{x})^2}\right) = \hat{\sigma}_{\varepsilon_t}^2\left(\frac{\sum x_t^2}{n\sum_{t=1}^{n}(x_t - \bar{x})^2}\right)$$

- **دراسة المعنوية**

يتم دراسة معنوية المعالم المقدرة باستعمال اختبار ستيودنت t

اختبار المعنوية بالنسبة للحد الثابت، نضع:

$$\begin{cases} H_0: \alpha = 0 \ldots . \text{غير معنوي} \\ H_1: \alpha \neq 0 \ldots \ldots \text{معنوي} \end{cases}$$

$$t^* = t_c = \frac{|\hat{\alpha} - \alpha|}{\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}}$$

- ومنه اذا كان لدينا إحصائية t^* المحسوبة اقل من إحصائية $t_{n-2}^{\alpha/2}$ المجدولة نقبل الفرضية الصفرية وبالتالي المقدرة $\hat{\alpha}$ غير معنوية، أو لا تختلف معنويا عن الصفر عند درجة معنوية $\%\alpha$
- ومنه اذا كان لدينا إحصائية t^* المحسوبة أكبر من إحصائية $t_{n-2}^{\alpha/2}$المجدولة نرفض الفرضية الصفرية وبالتالي المقدرة $\hat{\alpha}$ معنوية، أو تختلف معنويا عن الصفر عند درجة معنوية $\%\alpha$

اختبار المعنوية بالنسبة للميل الحدي، نضع:

$$\begin{cases} H_0: \beta = 0 \ldots . \text{غير معنوي} \\ H_1: \beta \neq 0 \ldots \ldots \text{معنوي} \end{cases}$$

$$t^* = t_c = \frac{|\hat{\beta} - \beta|}{\hat{\sigma}_{\hat{\beta}}}$$

- ومنه اذا كان لدينا إحصائية t^* المحسوبة اقل من إحصائية $t_{n-2}^{\alpha/2}$ المجدولة نقبل الفرضية الصفرية وبالتالي المقدرة $\hat{\beta}$ غير معنوية، أو لا تختلف معنويا عن الصفر عند درجة معنوية $\%\alpha$ (المتغير المستقل لا يؤثر على المتغير التابع)

- ومنه اذا كان لدينا إحصائية t^* المحسوبة أكبر من إحصائية $t_{n-2}^{\alpha/2}$ المجدولة نرفض الفرضية الصفرية وبالتالي المقدرة $\hat{\beta}$ معنوية، أو تختلف معنويا عن الصفر عند درجة معنوية $\%\alpha$ (المتغير المستقل يؤثر على المتغير التابع)

4.تحليل التباين والقدرة التفسيرية للنموذج

- **معادلة تحليل التباين:** تكتب كما يلي

$$TSS = ESS + RSS$$

حيث:

$$\sum_{t=1}^{n}(y_t - \bar{y}_t)^2 = TSS \text{ ، } \sum_{t=1}^{n}(\hat{y}_t - \bar{y}_t)^2 = ESS \text{ و } \sum_{t=1}^{n}(y_t - \hat{y}_t)^2 = RSS$$

- **حسب معامل التحديد** R^2 :

$$R^2 = 1 - \frac{RSS}{TSS} = \frac{ESS}{TSS}$$

$$R^2 = \frac{(\hat{\boldsymbol{\beta}})^2 \sum_{t=1}^{n}(x_t - \bar{x})^2}{\sum_{t=1}^{n}(y_t - \bar{y}_t)^2} = \frac{\hat{\boldsymbol{\beta}} \sum_{t=1}^{n}(x_t - \bar{x})(y_t - \bar{y})}{\sum_{t=1}^{n}(y_t - \bar{y}_t)^2}$$

$$0 \leq R^2 \leq 1$$

- **اختبار المعنوية الكلية للنموذج (اختبار فيشر F)**

بهدف اختبار جودة النموذج الكلية، نستعين باختبار فيشر حيث نضع:

$$\begin{cases} H_0: \alpha = \beta = 0 \ldots\ldots \text{النموذج غير مقبول} \\ H_1: \alpha \neq \beta \neq 0 \ldots\ldots \text{النموذج مقبول} \end{cases}$$

$$F^* = \frac{ESS/1}{RSS/(n-2)} = \frac{ESS(n-2)}{RSS} = \frac{R^2/1}{(1-R^2)/(n-2)} = \frac{R^2(n-2)}{(1-R^2)}$$

- ومنه اذا كان لدينا إحصائية F^* المحسوبة اقل من إحصائية $F_{1,n-2}^{\alpha}$ المجدولة نقبل الفرضية الصفرية وبالتالي النموذج غير معنوي ككل او غير مقبول

- ومنه اذا كان لدينا إحصائية F^* المحسوبة اكبر من إحصائية $F_{1,n-2}^{\alpha}$ المجدولة نرفض الفرضية الصفرية وبالتالي النموذج له معنوية إحصائية كلية ، أي النموذج مقبول وصالح

ملاحظة: في الانحدار الخطي البسيط فقط لدينا: $F^* = \left(t_{\hat{\beta}}^*\right)^2$

5.التنبؤ في إطار نموذج الانحدار الخطي البسيط

من اجل التنبؤ في النموذج الخطي البسيط يكفي فقط تعويض قيمة المتغير المستقل المستقبلية x_{t+h} للفترة t+h في النموذج المقدر كالتالي : $\hat{y}_{t+h} = \hat{\alpha} + \hat{\beta} * x_{t+h}$

2-خطوات تقدير نموذج الانحدار الخطي البسيط بواسطة برنامج EViews

ليكن لدينا البينات التالية لمتغيرين اثنين، y المتغير التابع عبارة عن المبيعات لمنتوج معين (بالدولار)، وx المتغير المستقل عبارة عن الإنفاق الإعلاني أو الإشهار (بالدولار)، خلال الفترة الزمنية 2001-2020.

المطلوب:

إجراء الانحدار الخطي البسيط باستعمال برنامج إفيوز

y	x
651	23
762	26
856	30
1063	34
1190	43
1298	48
1421	52
1440	57
1518	58
1550	60
1630	65
1705	68
1812	72
1860	74
1950	80
2050	85
2180	90
2250	94
2310	97
2400	100

1.رسم شكل الانتشار

رسم شكل الانتشار (Scatter Plot) في برنامج EViews هو خطوة أساسية قبل البدء بالانحدار للتأكد من وجود علاقة خطية بين المتغيرين. للقيام بذلك نتبع ما يلي:

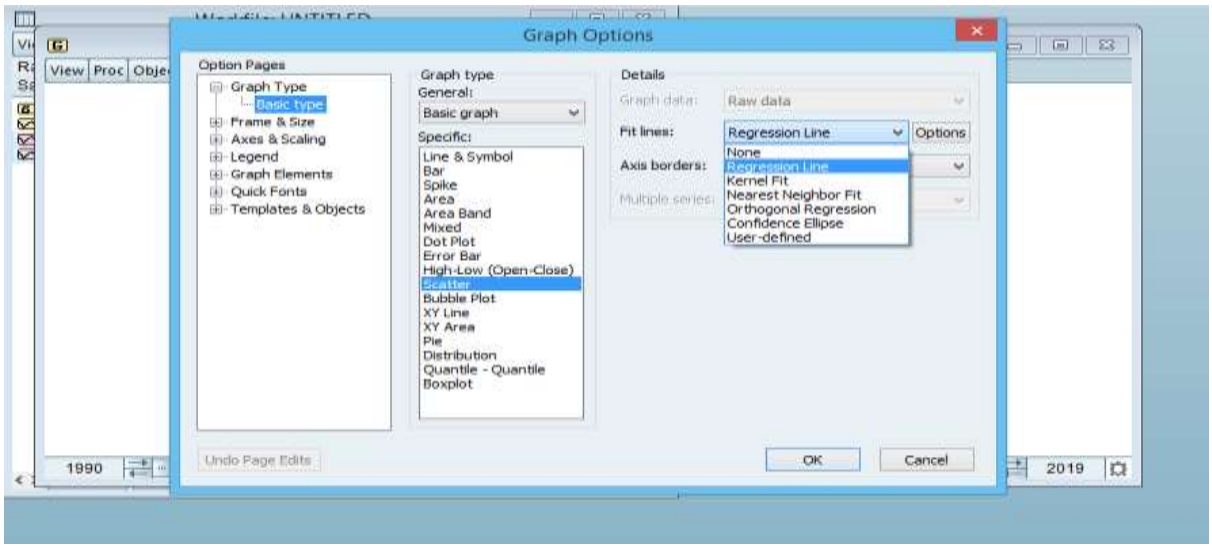
في نافذة ملف العمل، نظلل المتغيرين معا (أولا x ثم y)، بعدها نضغط بيمين الفأرة ونختار :

Open → As Group

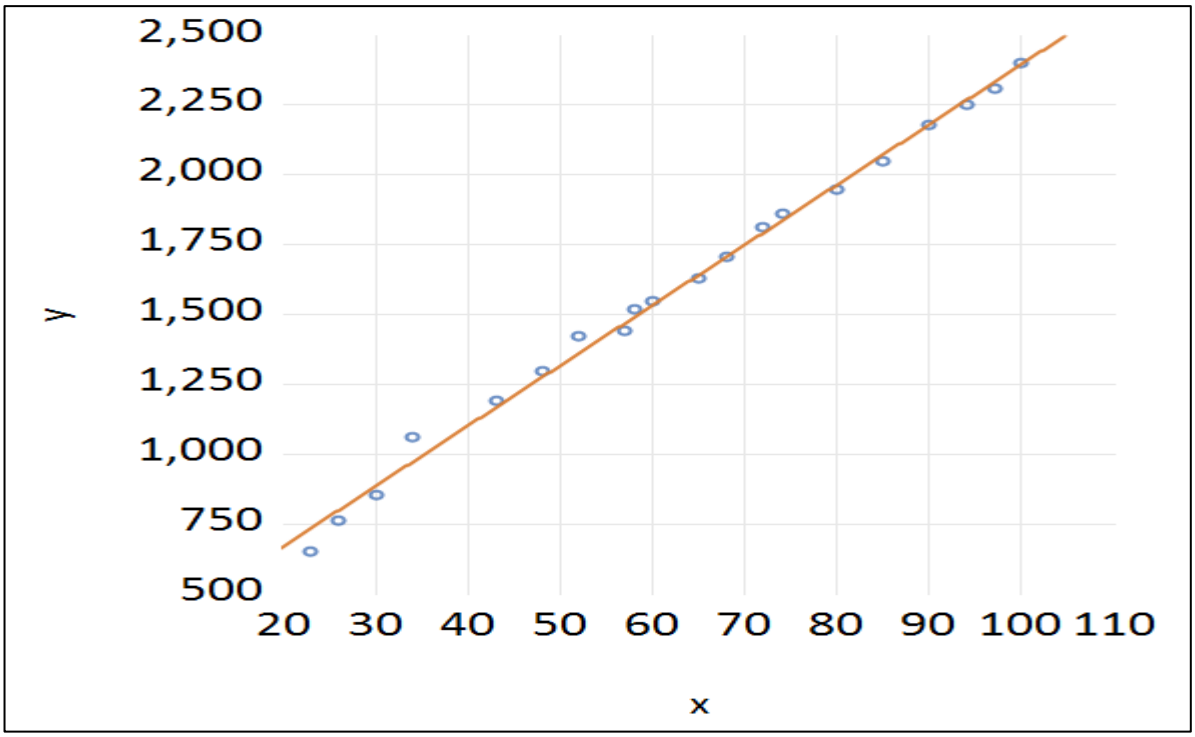
ستفتح نافذة Group ، منها نختار: **View → Graph** ، ثم نختار: Scatter

واذا أردنا إضافة خط الانحدار إلى شكل الانتشار (مهم جدًا)، نختار :

Fit lines → Linear regression



في الأخير نضغط على ok ليظهر لنا الرسم التالي



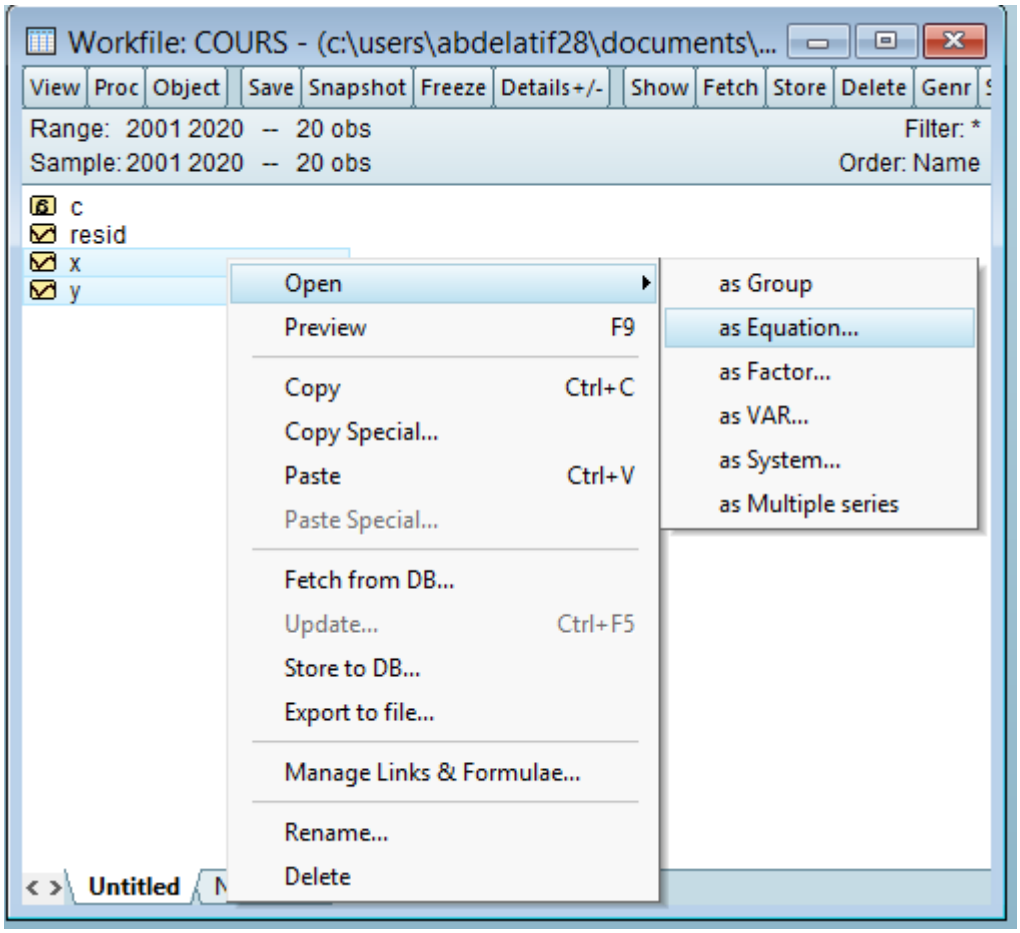
من خلال الرسم نلاحظ أن خط الانحدار يمر على عدد كبيرة من النقاط، وبالتالي إمكانية وجود علاقة خطية بين المتغيرين x و y

ملاحظة: من شريط الأوامر (Command Window) يمكن أن نكتب: scat Y X ، ثم نضغط على Enter بعدها سيظهر شكل الانتشار مباشرة.

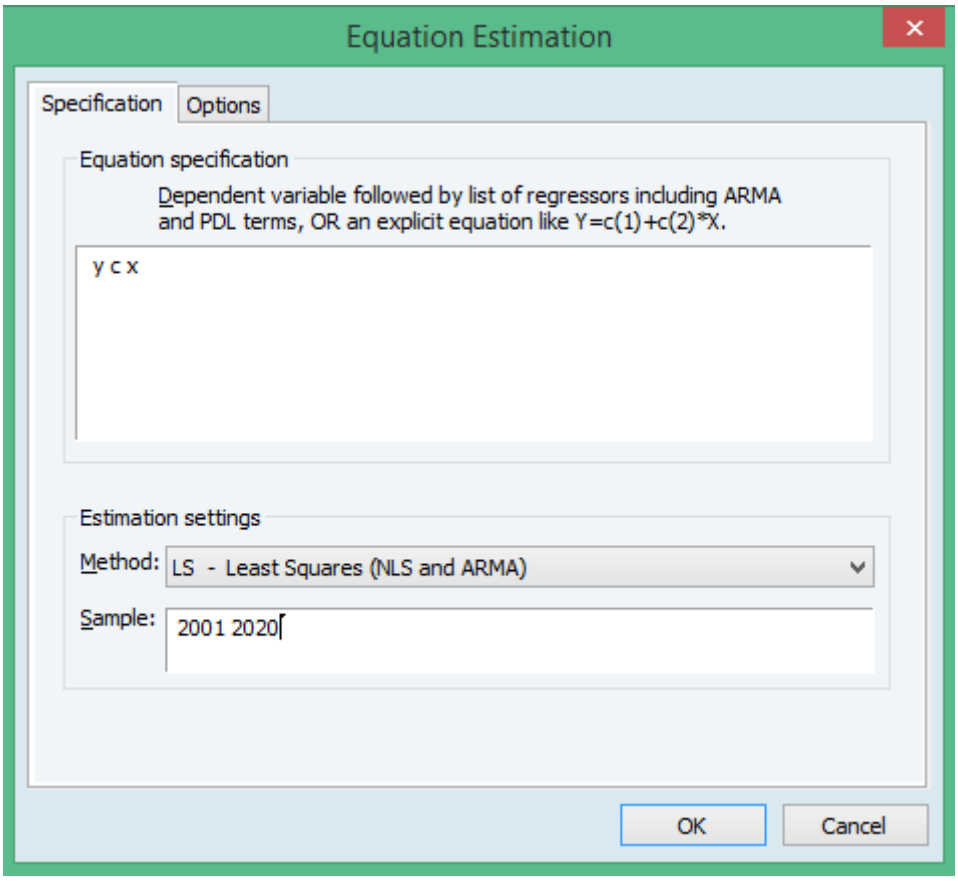
2.تقدير معالم النموذج الخطي البسيط

لتقدير معالم النموذج الخطي البسيط نختار **Quick→Estimate Equation** من القائمة الأساسية للبرنامج، أو نختار **Proc→Make equation** من نافذة ملف العمل الخاصة بنا. أو نختار:

Open → As Equation

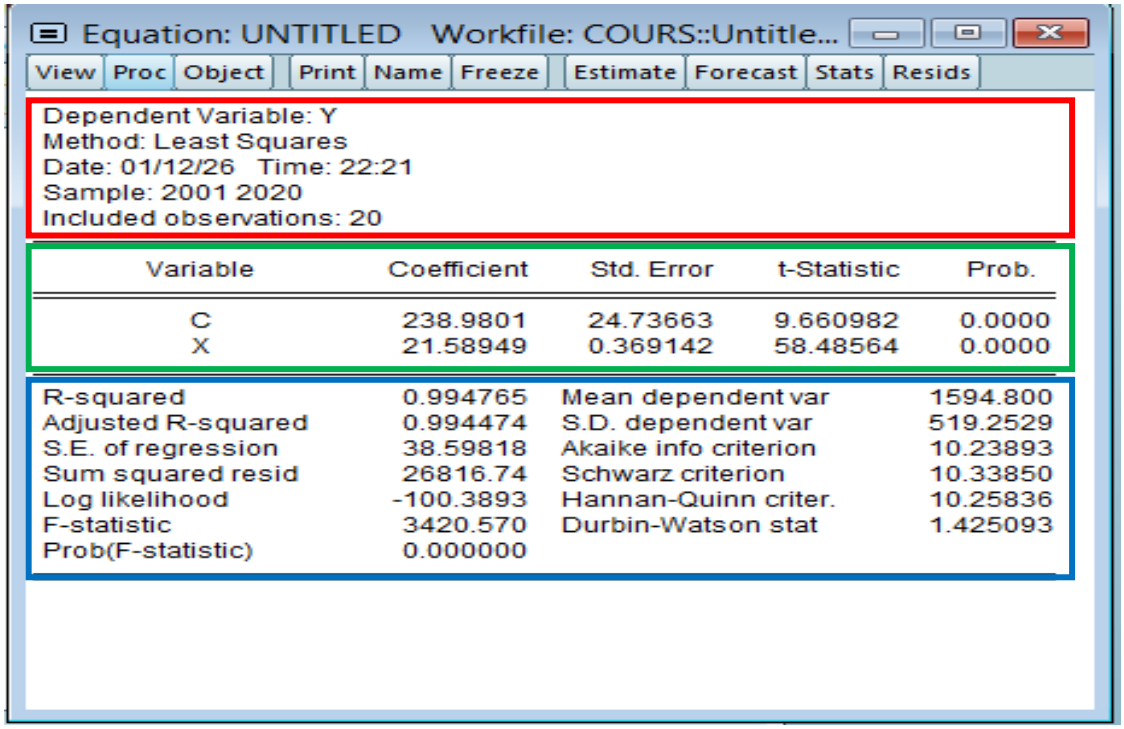


تظهر لنا نافذة توصيف المعادلة Equation Specifiction نكتب المتغير التابع Y ثم الثابت C ثم المتغير المستقل X مع ترك فراغ بينهما، كما أن شاشة Estimation Settings تتضمن أسلوب التقدير الذي نريده، ويكون الخيار التلقائي المربعات الصغرى Least Squares كما يوجد فترة الدراسة أو العينة Sample



بعد النقر على Ok تظهر نتائج التقدير

ملاحظة: يمكن أيضا تقدير النموذج مباشرة بكتابة الأمر أو التعليمة **ls y c x** في مساحة الأوامر، و ls هي اختصار Least squares أي المربعات الصغرى



يمكن تجزئة نتائج التقدير إلى ثلاثة أجزاء:

الجزء الأول (اللون الأحمر): يظهر عناصر النموذج من:

- اسم المتغير التابع dependent variable: Y
- طريقة التقدير المستخدمة: Method: Least Squares
- تاريخ وزمن تنفيذ الانحدار: Date and Time
- مدى العينة المستخدمة في الانحدار: Sample
- عدد مشاهدات العينة: Included observations

Dependent Variable: Y
Method: Least Squares
Date: 01/12/26 Time: 22:21
Sample: 2001 2020
Included observations: 20

الجزء الثاني (اللون الأخضر): يظهر خصائص المعاملات ففي:

- العمود الأول يظهر اسم المتغير (variable) ، الحد الثابت c والمستقل x
- العمود الثاني تظهر فيه القيمة التقديرية للمعلمة β والقيمة التقديرية للحد الثابتc أي المعلمة α
- العمود الثالث يظهر الخطأ المعياري standard error للمعلمات المقدرة
- العمود الرابع يبين إحصائية ستيودنت المحسوبة t-statistics لكل معلمة، حيث يستعمل لاختبار معنوية كل معلمة على حدى
- العمود الخامس يظهر القيمة الاحتمالية p-value لكل معلمة، حيث اذا كانت$prob< 0.05$ مثلا، فإنه يتم رفض فرضية العدم $H_0: \beta_k = 0$ أي أن المعلمةβ_k لها معنوية إحصائية تختلف عن الصفر، والعكس صحيح، ففي حالة مثلا $prob> 0.05$ فإنه يتم قبول فرضية العدم $H_0: \beta_k = 0$

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	238.9801	24.73663	9.660982	0.0000
X	21.58949	0.369142	58.48564	0.0000

الجزء الثالث (اللون الأزرق): يظهر بعض الإحصائيات التي تساعد على اختيار النموذج:

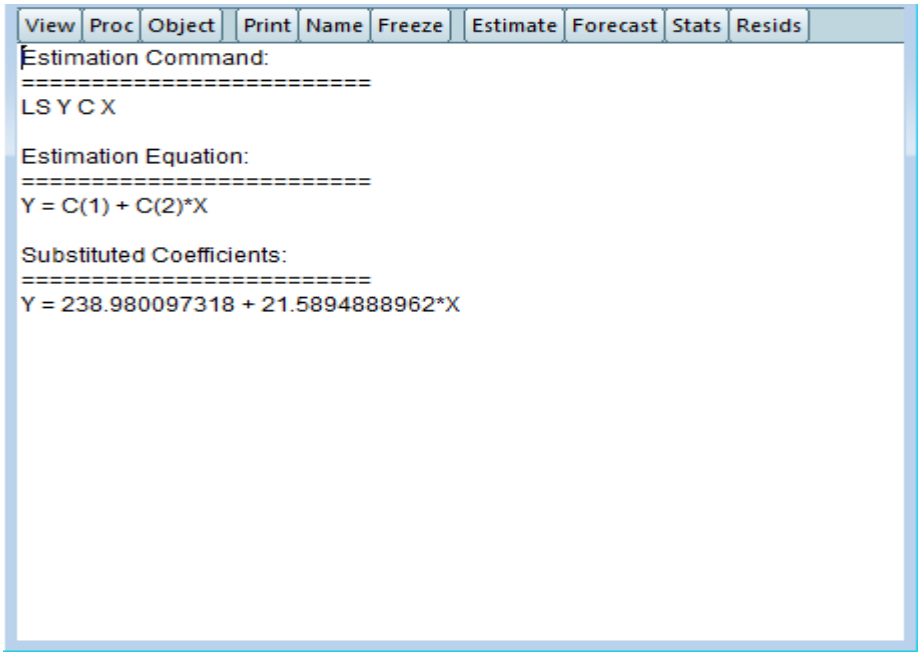
- معامل التحديد (R^2) R-squared هو مقدار التغير الحاصل في المتغير التابع نتيجة التغير في المتغير المستقل ويحسب كما يلي: $R^2 = \frac{ESS}{TSS} = 1 - \frac{RSS}{TSS}$
- معامل التحديد المصحح أو المعدل ($\bar{R}^2$) Adjusted R-squared يستخدم للمقترنة بين النماذج، يحسب كما يلي: $\bar{R}^2 = 1 - \frac{n-1}{n-2}(1 - R^2)$
- الخطأ المعياري للانحدار (standard error of regression) S.E of regression يحسب كما يلي: $\widehat{\sigma_\varepsilon} = \sqrt{\frac{RSS}{n-2}}$ هو مقدر الخطأ المعياري لبواقي الانحدار (عند تربيعه هو القيمة المقدرة لتباين الخطأ أو البواقي) ، كلما كان أصغر كان النموذج أدق
- مربع انحرافات المتغير العشوائي (مجموع مربعات البواقي) Sum square resid يحسب كما يلي $RSS = \sum e^2$
- لوغاريتم القيمة العظمى Log likelihood، مقياس لجودة التقدير الاحتمالي ويُستخدم في حساب معايير المفاضلة(AIC, SC)
- إحصائية فيشر المحسوبة F-statistic يستعمل لاختبار المعنوية الكلية للنموذج وذلك باختبار انعدام معاملات النموذج، وبما أننا في الانحدار الخطي البسيط فنختبر $H_0: \alpha = \beta = 0$ ونقصد بها أن النموذج غير معنوي ككل (غير مقبول إحصائيا) ضد الفرضية البديلة: $H_1: \alpha \neq \beta \neq 0$ ونقصد بها أن النموذج معنوي ككل (مقبول إحصائيا)
- احتمالية فيشر Prob (F-statistic) نقارنها مع مستويات المعنوية المختلفة، نرفض فرضية العدم مثلا $H_0: \alpha = \beta = 0$ اذا كان prob< 0.05 ، والعكس صحيح أي نقبل الفرضية الصفرية لما مثلا: prob > 0.05 مع العلم بأن في الانحدار البسيط $(t_\beta)^2 = F$
- متوسط المتغير التابع Mean dependent var : هو المتوسط الحسابي للمتغير التابع $\bar{y} = \frac{\sum Y}{n}$
- الانحراف المعياري للمتغير التابع S.D dependent var : يمكن حساب قيمة مجموع الانحرافات الكلية TSS عن طريق تربيع قيمة الانحراف ثم ضرب الناتج في عدد المشاهدات (n-1) يقيس مقدار التشتت للمتغير التابع $\text{se(y)} = \sigma_y = \sqrt{\frac{\sum(y-\bar{y})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{TSS}{n-1}}$
- Akaike info criterion يستعمل في اختيار النموذج الأمثل كلما كان اصغر في القيمة كان افضل، ويستعمل أيضا في السلاسل الزمنية لاختيار عدد التأخيرات المثلى

- Schwarz criterion يستعمل في اختيار النموذج كلما كان اصغر في القيمة كان افضل
- Hannan-Quinn criterion يستعمل في اختيار النموذج كلما كان اصغر في القيمة كان افضل
- إحصائية دربن واتسون Durbin Watson stat يستعمل لاختبار الارتباط الذاتي للأخطاء، كلما اقترب من 2 كان ذلك أفضل ودل على غياب الارتباط الذاتي بين الأخطاء

R-squared	0.994765	Mean dependent var	1594.800
Adjusted R-squared	0.994474	S.D. dependent var	519.2529
S.E. of regression	38.59818	Akaike info criterion	10.23893
Sum squared resid	26816.74	Schwarz criterion	10.33850
Log likelihood	-100.3893	Hannan-Quinn criter.	10.25836
F-statistic	3420.570	Durbin-Watson stat	1.425093
Prob(F-statistic)	0.000000		

3.استخراج معادلة الانحدار وتفسيرها

قبل تفسير معادلة الانحدار يجب أولا كتابة المعادلة من خلال نافذة النموذج المقدر، وذلك بالذهاب إلى **View→representations** فتظهر لنا النافذة التالية



من خلال الجدول أعلاه نلاحظ أن قيمة الثابت في معادلة الانحدار هي $\alpha = 238.98$ ، أما ميل معادلة الانحدار أو معلمة المتغير المستقل هي $\beta = 21.58$ ويمكن تفسير معادلة الانحدار على النحو التالي: إذا تغير المتغير المستقل (نفقات الإشهار) بوحدة واحدة فإننا نتوقع أن يتغير المتغير التابع (المبيعات) بـ 21.58

وحدة في نفس الاتجاه (توجد علاقة طردية بينهما)، كما أن قيمة المتغير التابع في حالة انعدام المتغير المستقل هي 238.98.

أيضا توجد معنوية إحصائية للحد الثابت والميل الحدي على سواء، حيث لدينا $prob(\alpha) = 0.00 < 0.05$ ومنه نرفض الفرضية الصفرية، أي الحد الثابت له معنوية إحصائية تختلف عن الصفر. كما أن $prob(\beta) = 0.00 < 0.05$ ومنه نرفض الفرضية الصفرية، أي الميل الحدي له معنوية إحصائية تختلف عن الصفر.

بالنسبة لاختبار فيشر (المعنوية الكلية للنموذج) فإنه لدينا من مخرجات التقدير: $prob(F) = 0.00 < 0.05$ ، ومنه نرفض الفرضية الصفرية، أي النموذج ككل له معنوية إحصائية تختلف عن الصفر (النموذج مقبول إحصائيا)

بالنسبة لمعامل التحديد $R^2=0.9947$ ومنه يمكن القول بأن 99.47 بالمئة من التغير في المبيعات (المتغير التابع) تفسر بالتغير في نفقات الإشهار (المتغير المستقل) وباقي النسبة ترجع إلى عوامل أخرى، وبالتالي النموذج له قدرة تفسيرية عالية جدا

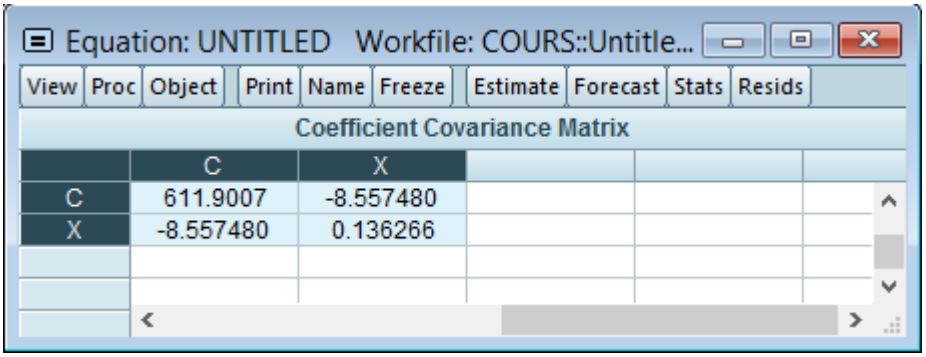
4. عرض التباين والتباين المشترك

مصفوفة التباين والتباين المشترك في الانحدار الخطي البسيط هي مصفوفة متناظرة وتكتب كما يلي:

$$\begin{pmatrix} var(\beta_0) & cov(\beta_1,\beta_0) \\ cov(\beta_0,\beta_1) & var(\beta) \end{pmatrix}$$

ولعرض التباين والتباين المشترك المقدر للمربعات الصغرى نذهب إلى نافذة تقدير النموذج، ثم ننقر:

view→covariance matrix



$$\begin{pmatrix} var(c) & cov(x,c) \\ cov(c,x) & var(x) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} var(\beta_0) & cov(\beta_1,\beta_0) \\ cov(\beta_0,\beta_1) & var(\beta_1) \end{pmatrix}$$
$$= \begin{pmatrix} 611.9 & -8.55 \\ -8.55 & 0.136 \end{pmatrix}$$

5. إنشاء مجال الثقة

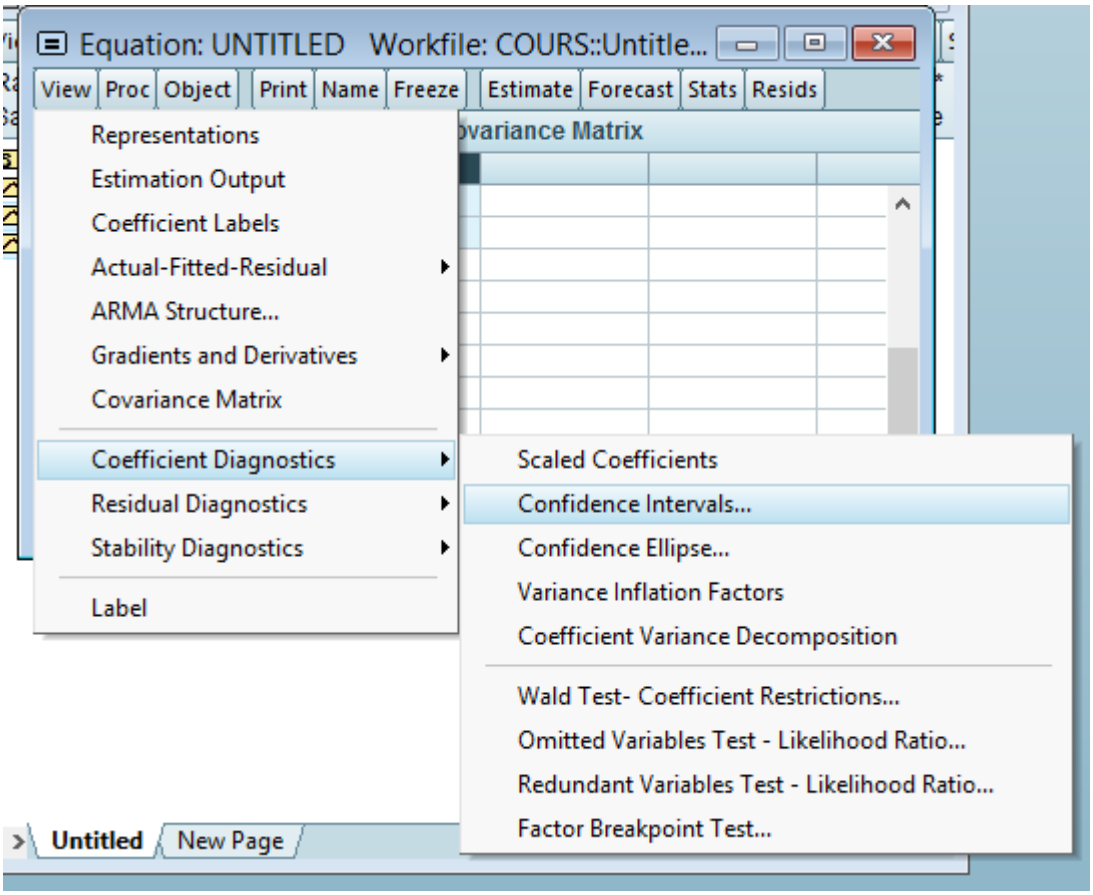
مجال الثقة لمعامل انحدار β_1 هو مجال نتوقع أن يحتوي القيمة الحقيقية للمعامل بنسبة ثقة معينة (مثلا 95%).

نعلم أن مجال الثقة لـ β_0 هو: $(\widehat{\beta_0} - t^{\alpha}_{n-2} * \sigma_{\widehat{\beta_0}}; \widehat{\beta_0} + t^{\alpha}_{n-2} * \sigma_{\widehat{\beta_0}})$

كما أن مجال الثقة لـ β_1 هو : $(\widehat{\beta_1} - t^{\alpha}_{n-2} * \sigma_{\widehat{\beta_1}}; \widehat{\beta_1} + t^{\alpha}_{n-2} * \sigma_{\widehat{\beta_1}})$

لحساب مجال الثقة للمعالم عن طريق Eviews ننقر من نافذة التقدير:

View→ coefficient diagnostics→ confidence intervals



يظهر لنا الجدول التالي الذي يبين لنا قيم المعلمات المقدرة أين يجب أن تكون محصورة

Equation: UNTITLED Workfile: COURS::Untitled\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Coefficient Confidence Intervals
Date: 01/13/26 Time: 11:02
Sample: 2001 2020
Included observations: 20

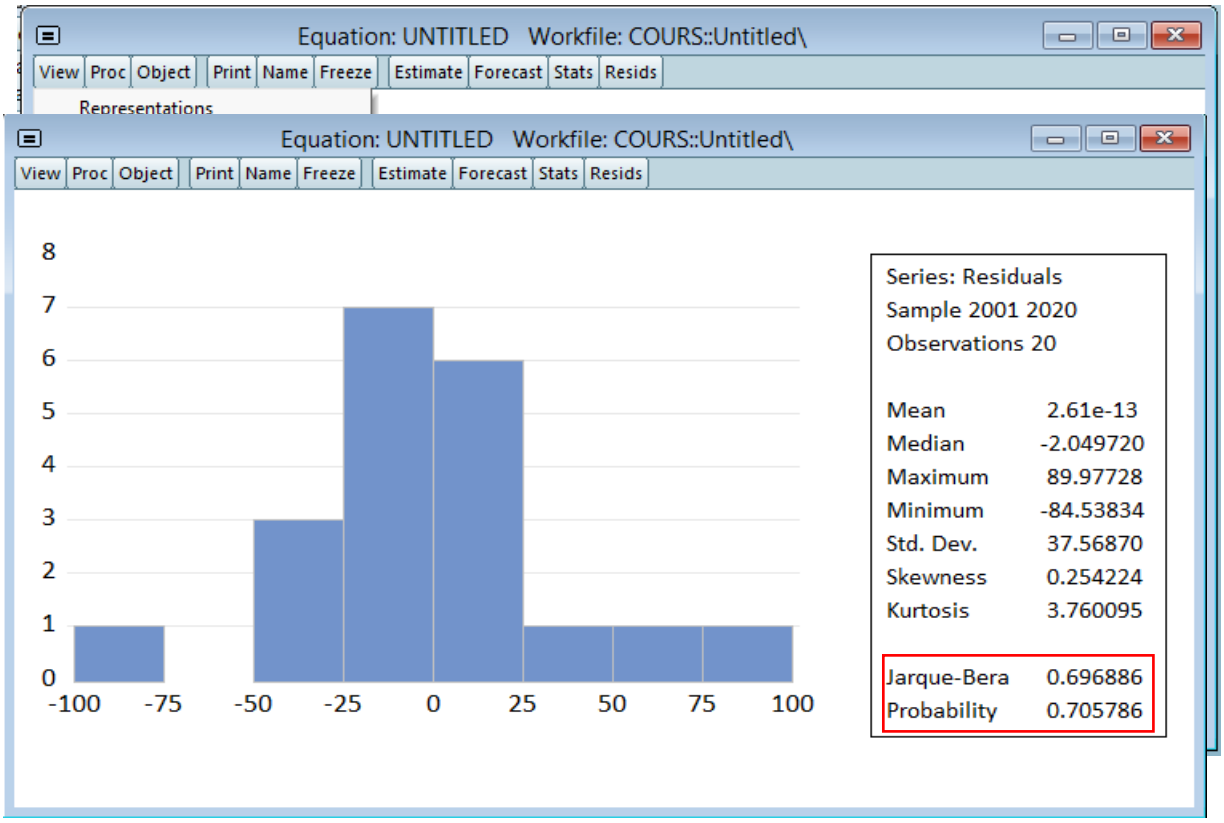
Variable	Coefficient	90% CI Low	90% CI High	95% CI Low	95% CI High	99% CI Low	99% CI High
C	238.9801	196.0852	281.8750	187.0104	290.9498	167.7772	310.1830
X	21.58949	20.94937	22.22960	20.81395	22.36503	20.52694	22.65204

يمكن أن نقول بأننا واثقون بنسبة 95% مثلا أن القيمة الحقيقية لمعامل المتغير المستقل x أي β_1 تقع بين 20.81 و 22.36. بينما يمكن القول يمكن بأننا واثقون بنسبة 90% مثلا أن القيمة الحقيقية لمعامل الحد الثابت c أي β_0 تقع بين 196.08 و 281.87.

6.التوزيع الطبيعي لبواقي الانحدار

لاختبار فيما إذا كانت البواقي تتوزع التوزيع الطبيعي أم لا ، ننقر من نافذة تقدير النموذج على:

View→residual diagnostics→ histogram–normality test



يتم اختبار الفرضيات التالية:

$$\begin{cases} H_0: \text{البواقي تتوزع طبيعيا} \\ H_1: \text{البواقي لا تتوزع طبيعيا} \end{cases}$$

حيث نقبل الفرضية الصفرية في حالة إحصائية جارك بيرا المحسوبة اقل من الإحصائية المجدولة، والعكس صحيح

لدينا إحصائية JB المحسوبة = 0.696، نحصل على إحصائية JB المجدولة من البرنامج باستعمال الأمر التالي:

scalar A=@qchisq(.95,2) ومنه نجد القيمة 5.99 وبالتالي نقبل الفرضية الصفرية أي البواقي تتوزع طبيعيا (إحصائية JB المحسوبة 0.696 اقل من إحصائية JB المجدولة 5.99)

يمكن أيضا المقارنة باستعمال القيمة الاحتمالية P-value (probability) حيث لدينا القيمة الاحتمالية لإحصائية JB تساوي 0.705 أكبر من مستوى المعنوية 0.05 ومنه نقبل الفرضية الصفرية. والعكس صحيح، فمثلا لو كانت إحصائية JB أقل من مستوى المعنوية 0.05 عندها نرفض الفرضية الصفرية ونقول أن البواقي لا تتبع التوزيع الطبيعي.

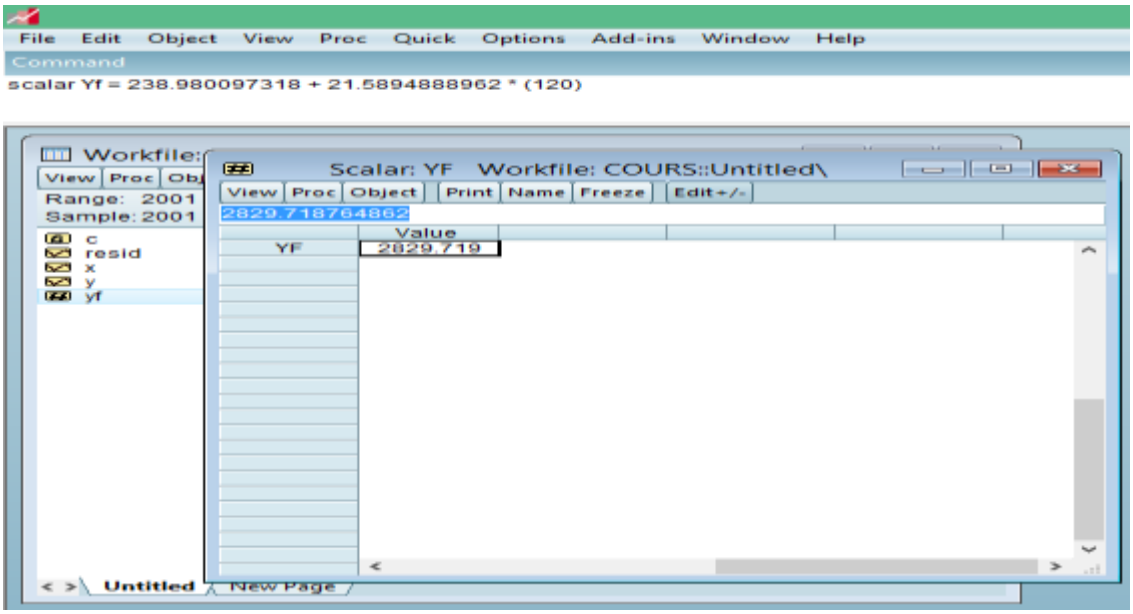
7. التنبؤ باستخدام نموذج الانحدار الخطي البسيط

- **التنبؤ بقيمة مستقبلية واحدة**

للتنبؤ بقيمة y المتغير التابع يجب أن تكون قيمة المتغير المستقل معلومة، وبافتراض أن قيمة Xتساوي مثلا 120 في سنة 2021، نكتب التعليمة التالية في مساحة الأوامر:

scalar Yf = 238.980097318 + 21.5894888962 * (120) ثم ننقر على OK

نلاحظ ظهور أيقونة جديدة في مساحة العمل وبالضغط عليها مرتين نلاحظ أن القيمة المتنبئ بها هي 2829.719

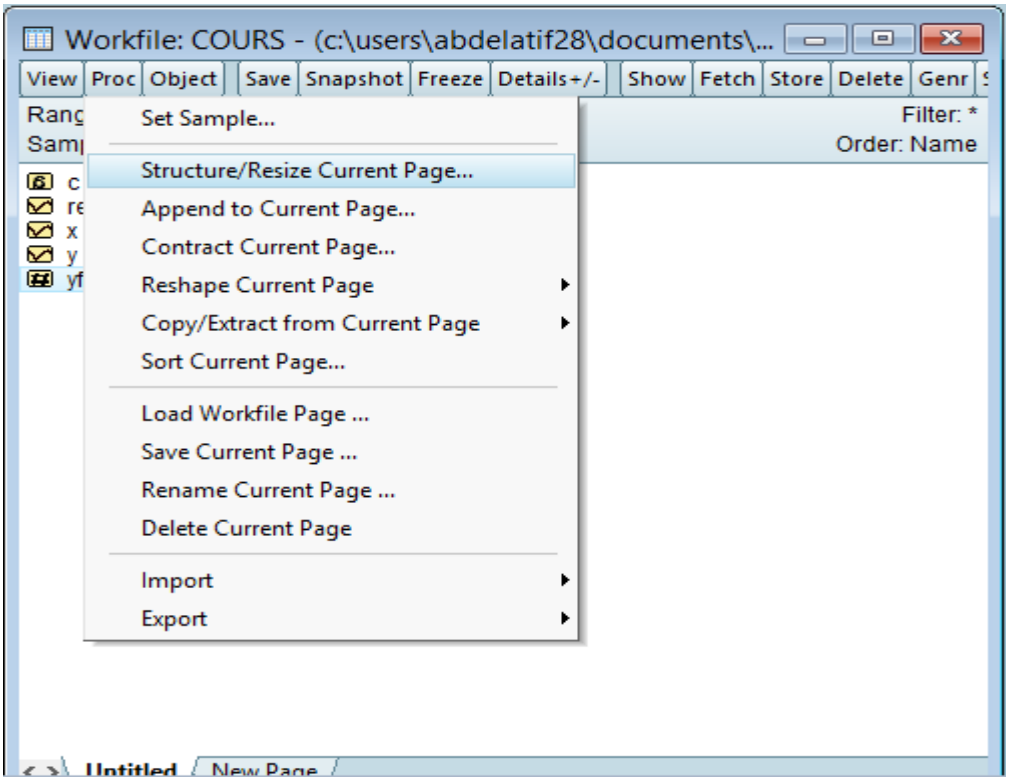


- **التنبؤ بأكثر من قيمة**

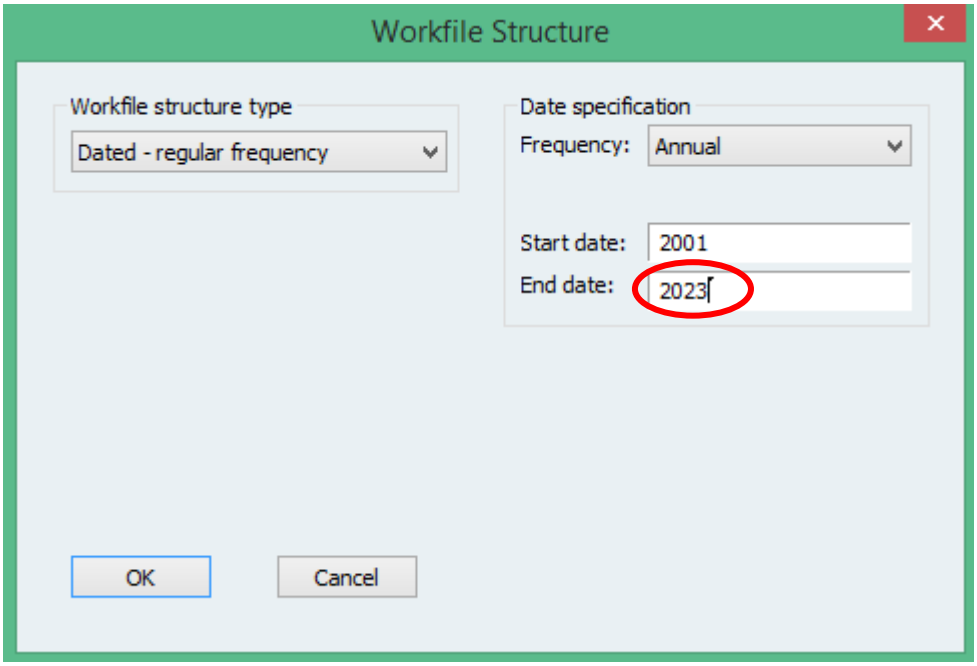
في حالة التنبؤ بأكثر من قيمة للمتغير التابع فيجب إتباع الخطوات التالية:

من أجل التنبؤ بقيم المتغير التابع لثلاث سنوات قادمة 2021، 2022، 2023 يجب إدخال مشاهدات متوقعة للمتغير المستقل X ولإدخال هذه المشاهدات يجب توسعة العينة وذلك بالنقر على

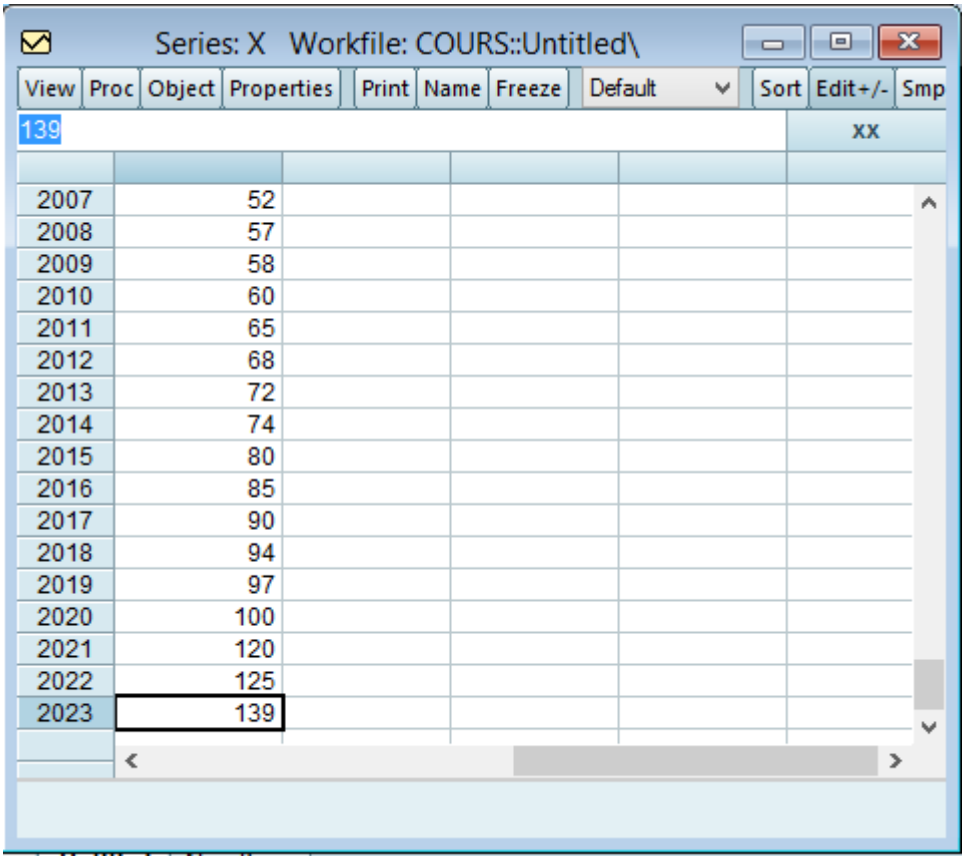
Proc→structure/Resize current page



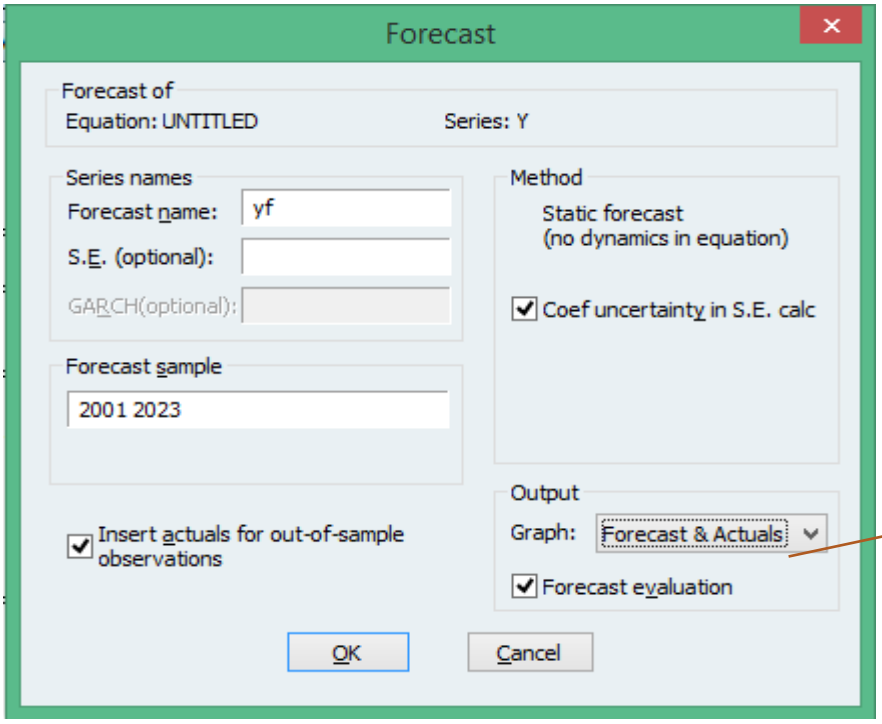
تظهر نافذة جديدة فنقوم بتغير نهاية المدى ونضع 2023، لأننا نريد التنبؤ بثلاثة سنوات مقبلة، ثم ننقر على ok



كمرحلة موالية نقوم بفتح ملف المتغير المستقل X فنجد أن سلسلة المتغير المستقل قد تم تمديدها بثلاث مشاهدات . ننقر على Edit+/- ونقوم بإدخال قيم المشاهدات الجديدة ولتكن على سبيل المثال 120، 125، 139 المقابلة للسنوات 2021، 2022، 2023 على التوالي

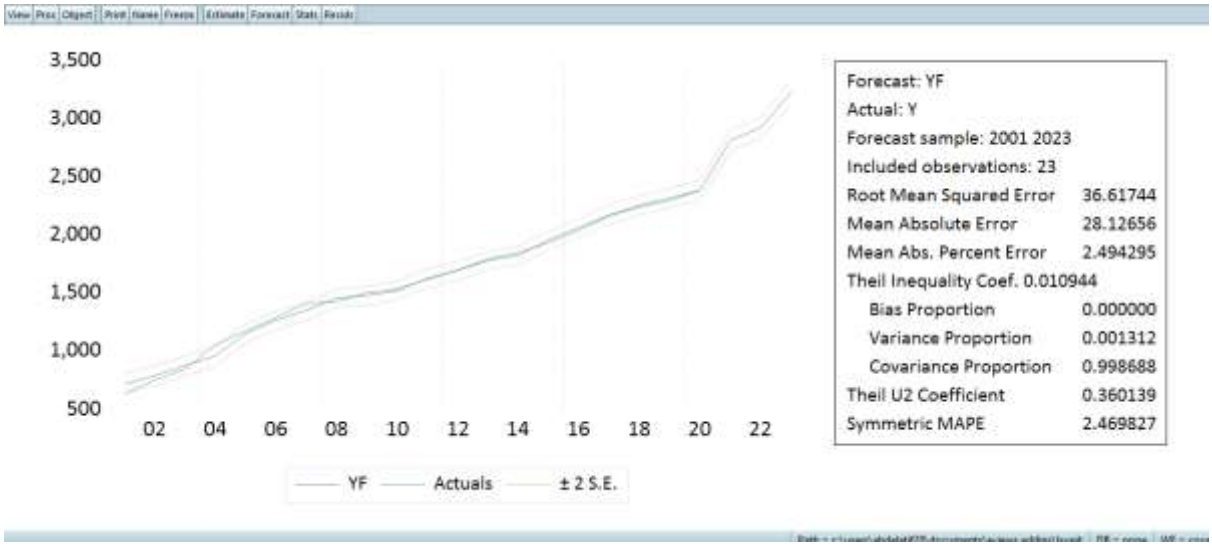


نعيد عملية تقدير الانحدار الخطي البسيط من جديد كما سبق وشرحنا سابقا، ثم من نافذة التقدير نضغط على Forecast الموجودة في نافذة المعادلة، تظهر لنا نافذة جديدة فيها اسم السلسلة المتوقعة تلقائيا باسم yf (يمكن تغيير الاسم الخاص بها) بعدها نضغط على OK



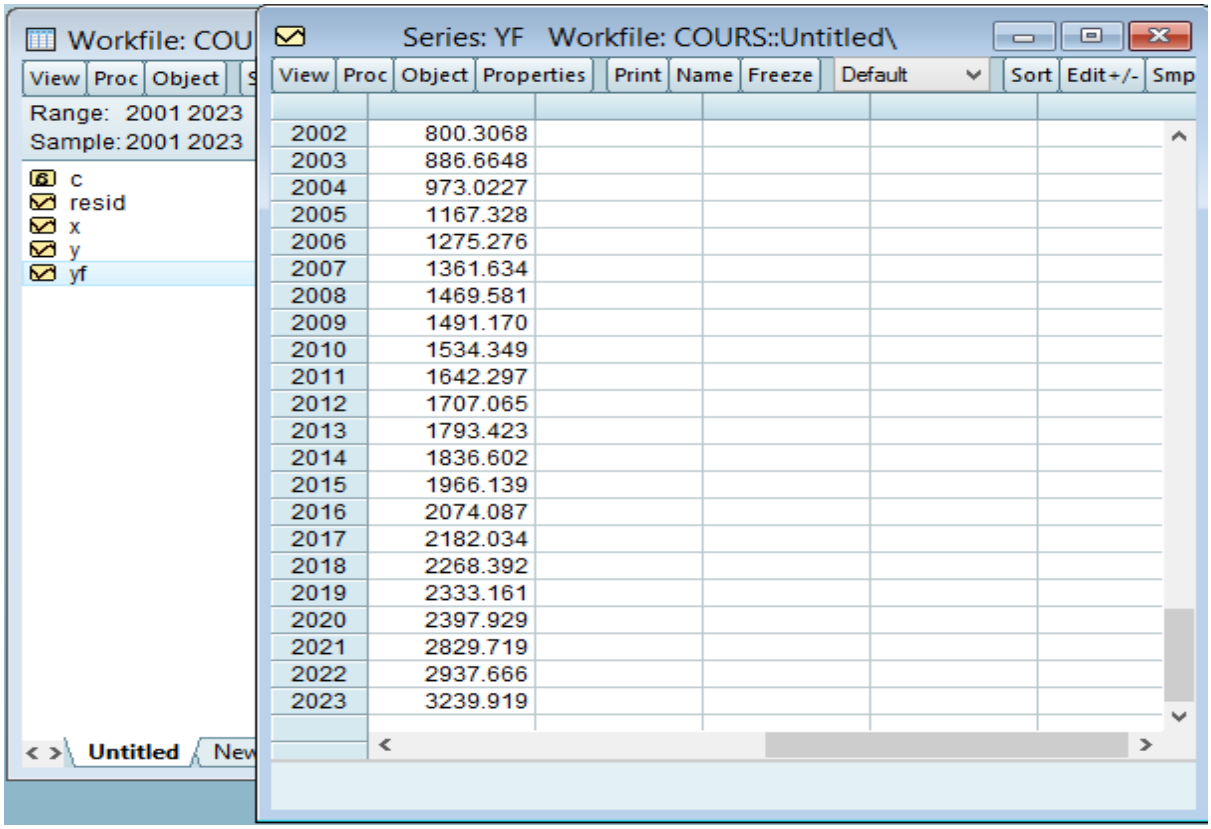
هذا الخيار يظهر لنا منحنى القيم الحقيقية والقيم المتنبئ بها في نفس الرسم

يظهر لنا شكل جديد عبارة عن رسم بياني يوضح لنا قيم تنبؤ المشاهدات الثلاثة، كما يقدم لنا مجموعة من المعطيات الإحصائية الخاصة بالسلسلة YF



يبيّن الرسم البياني للتنبؤ أن القيم المتنبئ بها yf باللون الأزرق تحرك بشكل قريب من القيم الفعلية Actuals باللون الأخضر، كما تقع معظم القيم داخل حدود الثقة، مما يدل على قدرة تفسيرية وتنبؤية جيدة للنموذج المقدر

نلاحظ أيضا ظهور سلسلة جديدة في صفحة العمل باسم yf بالنقر عليها نحصل على القيم المتوقعة أو المتنبئ بها للمتغير y انطلاقا من المتغير x وباستعمال معادلة التقدير لجميع المشاهدات



تمرين تطبيقي رقم 4

1-بالاعتماد على بيانات التمرين رقم 2 قم بما يلي:

- انقل البيانات على eviews ثم قم بتسمية صفحة العمل بTP4
- ارسم شكل الانتشار لكل متغيرين على حدى.
- قدر معادلة الانحدار الخطي البسيط بين العمالة labor كمتغير تابع وأسعار النفط oilكمتغير مستقل
- استخرج معادلة الانحدار ثم قم بتفسيرها
- ادرس المعنوية الإحصائية للمعلمات، المعنوية الكلية للنموذج، الارتباط الذاتي للأخطاء
- استخرج قيمة معامل التحديد ثم قم بشرحه
- أوجد مجال الثقة للمعلمات المقدرة، مصفوفة التباين والتباين المشترك
- هل تتوزع بواقي الانحدار طبيعيا
- قم بالتنبوء باستعمال النموذج لفترة من ثلاثة سنوات مقبلة، حيث القيم المتوقعة لسعر النفط هي: 60، 75، 85

2-أحسب القيم المفقودة من C1 إلى C8 في النموذج المقدر الاتي مع العلم أن $\bar{X} = 40.39961$

Dependent Variable: Y
Method: Least Squares
Date: 01/13/26 Time: 12:35
Sample: 1970 2024
Included observations: 55

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
X	C3	0.030443	C2	0.0244
C	11.30476	C1	7.261758	0.0000

R-squared	C4	Mean dependent var	C8
Adjusted R-squared	C5	S.D. dependent var	C7
S.E. of regression	7.078012	Akaike info criterion	6.787549
Sum squared resid	C6	Schwarz criterion	6.860543
Log likelihood	-184.6576	Hannan-Quinn criter.	6.815777
F-statistic	5.372058	Durbin-Watson stat	0.430564
Prob(F-statistic)	0.024354		

المحور الخامس: الانحدار الخطي المتعدد

يُعتبر الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Linear Regression) من أكثر الأساليب الإحصائية استخدامًا في تحليل البيانات الكمية، لما يتمتع به من قدرة عالية على تفسير العلاقات المعقدة بين المتغيرات. ويأتي هذا الأسلوب امتدادًا للانحدار الخطي البسيط، الذي يدرس العلاقة بين متغير تابع واحد ومتغير مستقل واحد، حيث يسمح الانحدار الخطي المتعدد بدراسة تأثير أكثر من متغير مستقل في متغير تابع واحد في آنٍ واحد.

تكمن أهمية الانحدار الخطي المتعدد في كونه لا يكتفي بوصف العلاقة بين المتغيرات، بل يسهم في تفسير الظواهر والتنبؤ بالقيم المستقبلية للمتغير التابع، مع الأخذ في الاعتبار التداخل والتفاعل بين المتغيرات المستقلة. فغالبًا ما تتأثر الظواهر الواقعية بعدة عوامل متزامنة، مما يجعل هذا النموذج أكثر واقعية ودقة مقارنة بالنماذج الأحادية.

يعتمد نموذج الانحدار الخطي المتعدد على تمثيل العلاقة بين المتغيرات في صورة معادلة رياضية خطية، حيث تمثل معاملات الانحدار مقدار التأثير الجزئي لكل متغير مستقل على المتغير التابع، مع ثبات تأثير المتغيرات الأخرى. وتُقدَّر هذه المعاملات عادةً باستخدام طريقة المربعات الصغرى(Ordinary Least Squares – OLS) .

وبالتالي فإن الانحدار الخطي المتعدد يُعد أداة تحليلية قوية ومرنة، تساعد الباحثين على فهم العلاقات السببية بين المتغيرات، وتدعم عملية اتخاذ القرار المبني على أسس علمية وإحصائية سليمة، مما يجعله عنصرًا أساسيًا في التحليل الإحصائي المتقدم والبحث العلمي المعاصر.

1-تذكير ببعض المفاهيم

في الواقع الاقتصادي لا يمكن الاستعانة بنموذج يحتوي على متغيرين فقط من اجل تحليل الظاهرة الاقتصادية، حيث أن هذه الأخيرة لا تفسر بمحدد أو متغير واحد، وإنما ينبغي إدماج جميع المتغيرات أو المحددات أو العوامل المؤثرة في الظاهرة لكي تكون الدراسة أكثر شمولية.

1.الصياغة الرياضية للنموذج الخطي المتعدد

يفترض نموذج الانحدار الخطي المتعدد وجود علاقة خطية بين متغير تابع y_t وعدد من المتغيرات المستقلة x_{kt} على النحو التالي:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t1} + \beta_2 x_{t2} + \cdots + \beta_k x_{tk} + \varepsilon_t$$

حيث:

y_t : متغير تابع في الفترة t

x_{t1}: المتغير المستقل الأول في الفترة t

x_{tk} : المتغير المستقل k في الفترة t

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_k$: معلمات النموذج (يوجد k+1 معلمة في النموذج)

ε_t: حد الخطأ العشوائي

يمكن كتابة الشكل المصفوفي للنموذج كما يلي: $Y = \beta X + \varepsilon$ حيث:

$$Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_t \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}; X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \dots & x_{k1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \dots & x_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & x_{1t} & x_{2t} & \dots & x_{kt} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \dots & x_{kn} \end{pmatrix}; \beta = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \vdots \\ \beta_k \end{pmatrix} ; \varepsilon = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_t \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix}$$

2.تقدير معلمات النموذج باستخدام طريقة المربعات الصغرى(OLS)

تُستخدم طريقة المربعات الصغرى العادية (Ordinary Least Squares - OLS) لتقدير معلمات نموذج الانحدار الخطي المتعدد .والهدف من هذه الطريقة هو تقليل مجموع مربعات الأخطاء إلى أقل حد ممكن.

قانون حساب المقدرات

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1} * (X'Y)$$

$$\widehat{\beta_0} = \bar{y} - \widehat{\beta_1}\bar{x}_1 - \widehat{\beta_2}\bar{x}_2 - \dots - \widehat{\beta_k}\bar{x}_k$$

3.تباين المقدرات ودراسة المعنوية

- **تباين المقدرات**

تباين الخطأ العشوائي:

$$\hat{\sigma}^2_{\varepsilon_t} = v(\varepsilon_t) = \frac{\sum_{t=1}^{n}(y_t - \hat{y}_t)^2}{n-k-1} = \frac{\sum_{t=1}^{n}{\varepsilon_t}^2}{n-k-1} = \frac{\varepsilon' * \varepsilon}{n-k-1}$$

حيث k عدد المتغيرات المستقلة

تباين المقدرات:

$$\hat{\Omega}_{\hat{\beta}} = \hat{\sigma}^2_{\varepsilon_t} * (X'X)^{-1}$$

- **دراسة المعنوية**

يتم دراسة معنوية المعالم المقدرة باستعمال اختبار ستيودنت t

$$\begin{cases} H_0: \beta_j = 0 \\ H_1: \beta_j \neq 0 \end{cases}$$

$$t^* = t_c = \frac{|\hat{\beta}_j - \beta_j|}{\hat{\sigma}_{\hat{\beta}_j}}$$

- ومنه اذا كان لدينا إحصائية t^* المحسوبة اقل من إحصائية $t_{n-2}^{\alpha/2}$ المجدولة نقبل الفرضية الصفرية وبالتالي المقدرة $\hat{\beta}_j$ غير معنوية، أو لا تختلف معنويا عن الصفر عند درجة معنوية $\%\alpha$
- ومنه اذا كان لدينا إحصائية t^* المحسوبة أكبر من إحصائية $t_{n-2}^{\alpha/2}$المجدولة نرفض الفرضية الصفرية وبالتالي المقدرة $\hat{\beta}_j$ معنوية، أو تختلف معنويا عن الصفر عند درجة معنوية $\%\alpha$

4.تحليل التباين والقدرة التفسيرية للنموذج

- **معادلة تحليل التباين:** تكتب كما يلي

$$\text{TSS} = \text{ESS} + \text{RSS}$$

حيث:

$$\sum_{t=1}^{n}(y_t - \bar{y}_t)^2 = TSS \text{ ، } \sum_{t=1}^{n}(\hat{y}_t - \bar{y}_t)^2 = ESS \text{ و } \sum_{t=1}^{n}(y_t - \hat{y}_t)^2 = RSS$$

- **حسب معامل التحديد** R^2 :

$$R^2 = 1 - \frac{RSS}{TSS} = \frac{ESS}{TSS}$$

- **اختبار المعنوية الكلية للنموذج (اختبار فيشر F)**

بهدف اختبار جودة النموذج الكلية، نستعين باختبار فيشر حيث نضع:

$$\begin{cases} H_0: \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \cdots = \beta_k = 0 \ldots\ldots \text{النموذج غير مقبول} \\ H_1: \beta_0 \neq \beta_1 \neq \beta_2 \neq \cdots \neq \beta_k \neq 0 \ldots\ldots \text{النموذج مقبول} \end{cases}$$

$$F^* = \frac{ESS/K}{RSS/(n-K-1)} = \frac{R^2/K}{(1-R^2)/(n-K-1)}$$

- ومنه اذا كان لدينا إحصائية F^* المحسوبة اقل من إحصائية $F^{\alpha}_{K,n-K-1}$ المجدولة نقبل الفرضية الصفرية وبالتالي النموذج غير معنوي ككل أو غير مقبول
- ومنه اذا كان لدينا إحصائية F^* المحسوبة اكبر من إحصائية $F^{\alpha}_{K,n-K-1}$ المجدولة نرفض الفرضية الصفرية وبالتالي النموذج له معنوية إحصائية كلية ، أي النموذج مقبول وصالح

5.التنبؤ في إطار نموذج الانحدار الخطي البسيط

من اجل التنبؤ في النموذج الخطي المتعدد يكفي فقط تعويض قيمة المتغيرات المستقل المستقبلية للفترة t+h في النموذج المقدر كالتالي:

$$\hat{y}_{t+h} = \beta_0 + \beta_1 x_{1.t+h} + \beta_2 x_{2.t+h} + \cdots + \beta_k x_{k.t+h} + \varepsilon_t$$

2-خطوات تقدير نموذج الانحدار الخطي المتعدد بواسطة برنامج EViews

ليكن لدينا البينات التالية لأربع متغيرات اقتصادية كالتالي: المتغير التابع: الاستهلاك الأسري (Consumption)، بينما المتغيرات المستقلة: الدخل (Income) ، سعر الفائدة(Interest Rate) والادخار (Savings) ، خلال الفترة الزمنية 2001-2020.

المطلوب:

إجراء الانحدار الخطي المتعدد باستعمال برنامج إفيوز

السنة	الدخل	سعر الفائدة	الادخار	الاستهلاك
2001	4800	4.2	750	3600
2002	5600	4.5	900	3900
2003	4300	5.8	1000	3100
2004	6900	3.4	1150	4800
2005	6200	3.8	1350	4300
2006	4000	6.3	1200	2900
2007	7700	3	1500	5400
2008	5200	5	950	3600
2009	8500	2.6	1650	6000
2010	4500	5.6	850	3200
2011	5200	3.5	800	3900
2012	6100	4	950	4200
2013	4800	5.2	1100	3400
2014	7500	2.8	1200	5200
2015	6800	3.1	1500	4600
2016	4300	6	1300	3000
2017	8200	2.5	1600	5800
2018	5600	4.8	1000	3800
2019	9100	2	1800	6500
2020	4700	5.5	900	3300

1.رسم شكل الانتشار

رسم شكل الانتشار (Scatter Plot) في برنامج EViews هو خطوة أساسية قبل البدء بالانحدار للتأكد من وجود علاقة خطية بين المتغيرات. للقيام بذلك نتبع ما يلي:

في نافذة ملف العمل، نظلل المتغيرات معا (أولا المستقلة ثم التابع)، بعدها نضغط بيمين الفأرة ونختار:

Open → As Group

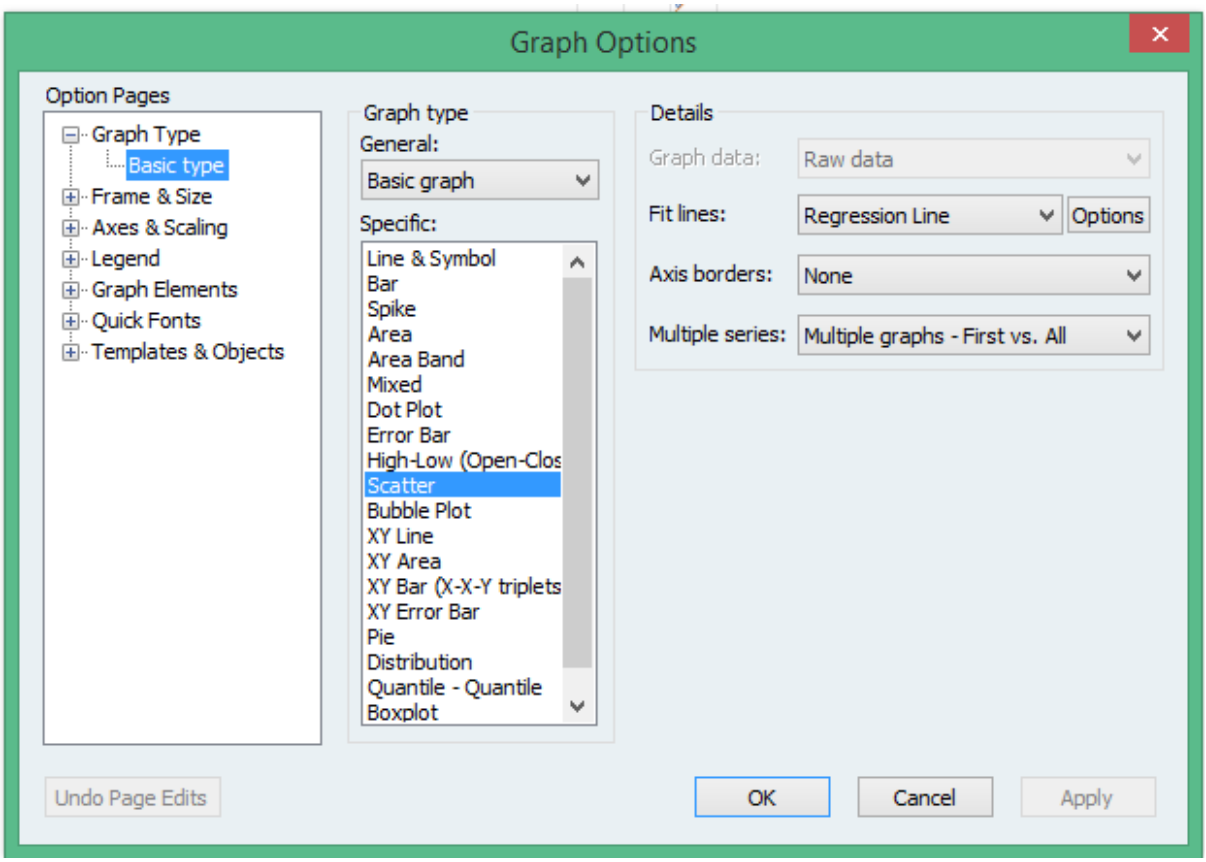
ستفتح نافذة Group، منها نختار: **View → Graph** ، ثم نختار: Scatter

واذا أردنا إضافة خط الانحدار إلى شكل الانتشار (مهم جدًا)، نختار:

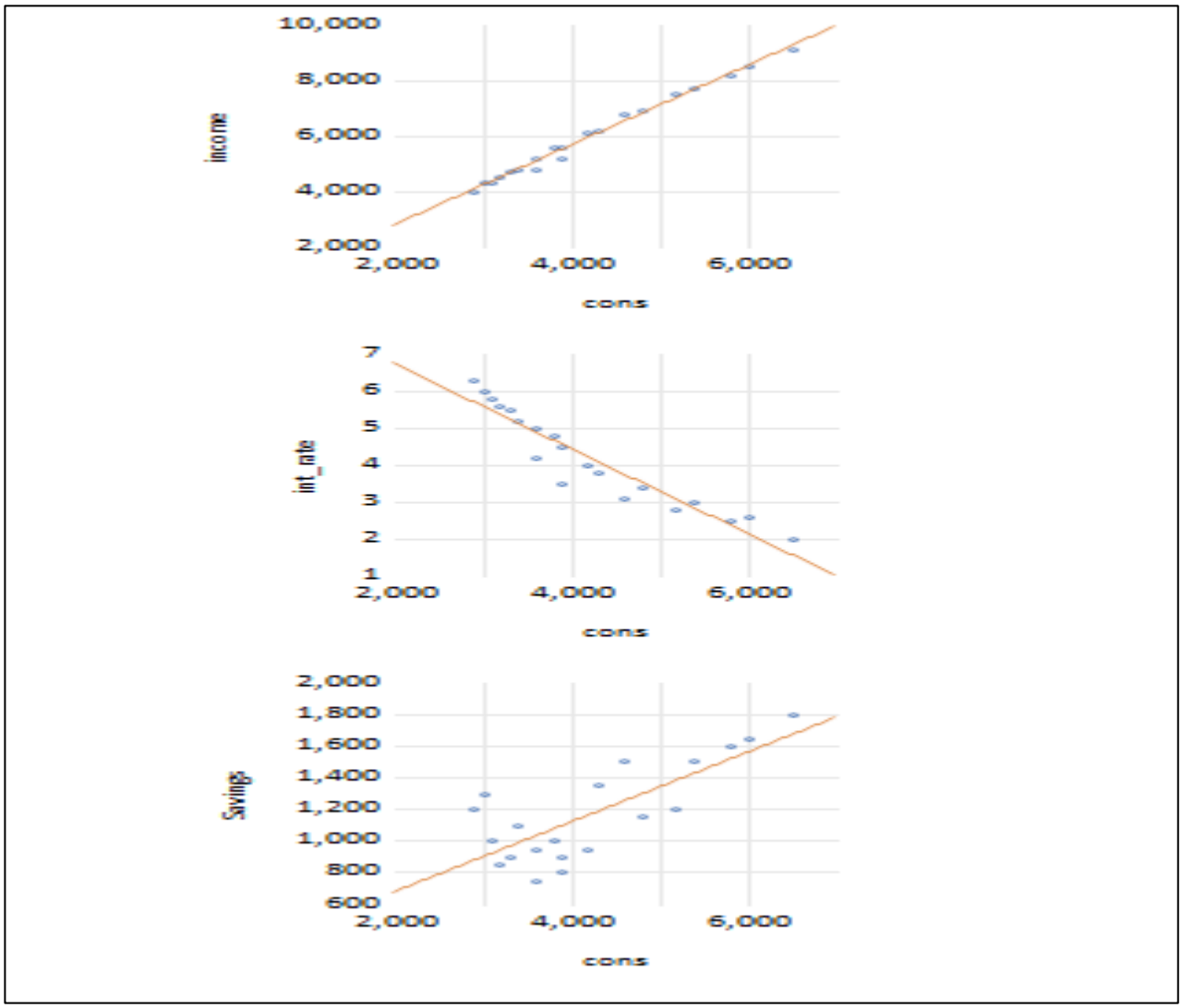
Fit lines → Linear regression

ونختار أيضا إظهار الرسوم البيانية في عدة مخططات كالتالي:

Multiple series→Multiple graphs –First vs All



في الأخير نضغط على ok ليظهر لنا الرسم التالي



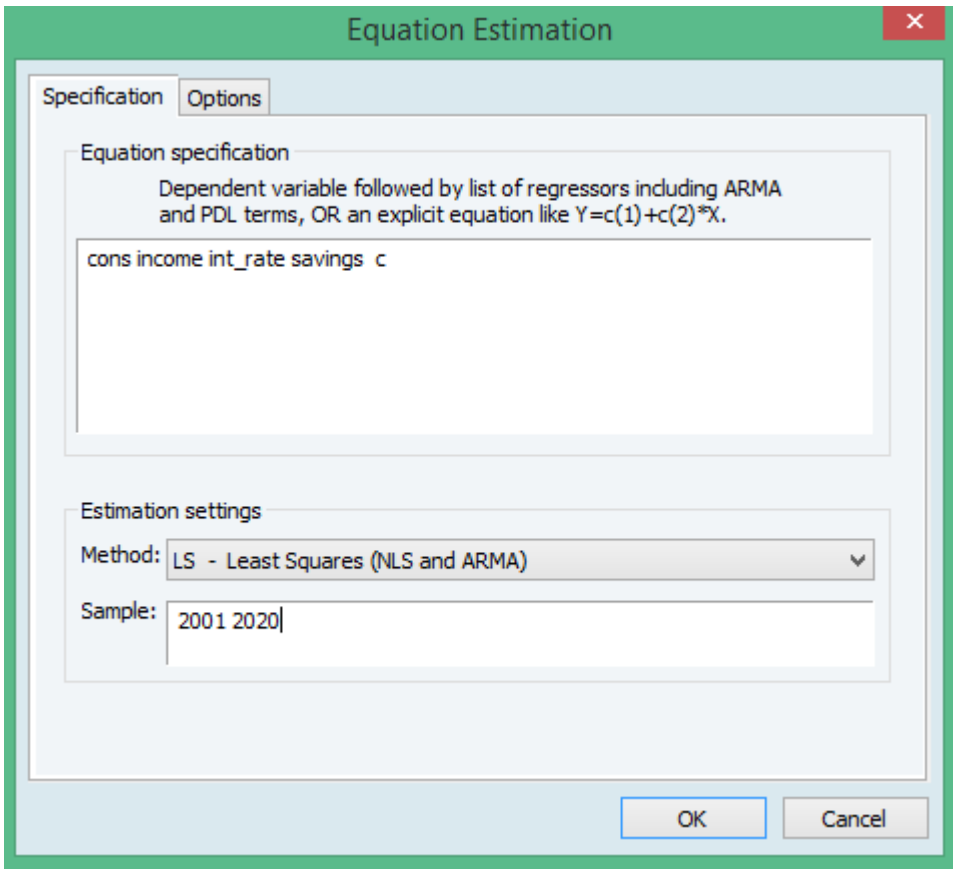
من خلال الرسم نلاحظ أن وجود علاقة خطية طردية بين كل من الدخل والادخار مع الاستهلاك، في حين توجد علاقة خطية عكسية بين الاستهلاك ومعدل الفائدة (الرسم في المنتصف)

2.تقدير معالم النموذج الخطي البسيط

لتقدير معالم النموذج الخطي المتعدد نتبع نفس الأمر مثلما فعلنا في النموذج الخطي البسيط، حيث نختار **Quick→Estimate Equation** من القائمة الأساسية للبرنامج، أو نختار: **Proc→Make equation** من نافذة ملف العمل الخاصة بنا.

أو نختار:**Open → As Equation** بعدما نحدد جميع المتغيرات بداء بالتابع ثم المتغيرات المستقلة

تظهر لنا نافذة توصيف المعادلة Equation Specifiction نكتب المتغير التابع الاستهلاك cons ثم المتغيرات المستقلة: income الدخل، int_rate معدل الفائدة، savings الادخار، وأخيرا الحد الثابت c، كما أن شاشة Estimation Settings تتضمن أسلوب التقدير الذي تريده، ويكون الخيار التلقائي المربعات الصغرى Least Squares كما يوجد فترة الدراسة أو العينة Sample



بعد النقر على Ok تظهر نتائج التقدير

Equation: UNTITLED Workfile: COURS::Untitle...

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

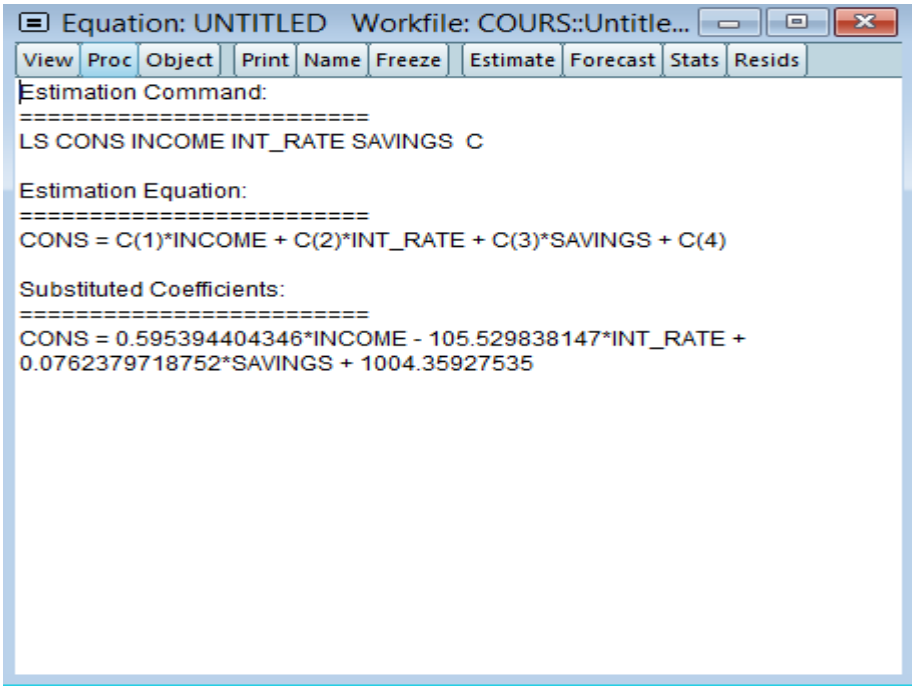
Dependent Variable: CONS
Method: Least Squares
Date: 01/16/26 Time: 21:42
Sample: 2001 2020
Included observations: 20

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
INCOME	0.595394	0.064408	9.244045	0.0000
INT_RATE	-105.5298	60.83824	-1.734597	0.1020
SAVINGS	0.076238	0.144227	0.528596	0.6043
C	1004.359	532.0477	1.887724	0.0773

R-squared	0.992180	Mean dependent var	4225.000
Adjusted R-squared	0.990713	S.D. dependent var	1073.546
S.E. of regression	103.4556	Akaike info criterion	12.29302
Sum squared resid	171249.1	Schwarz criterion	12.49217
Log likelihood	-118.9302	Hannan-Quinn criter.	12.33189
F-statistic	676.6362	Durbin-Watson stat	2.121453
Prob(F-statistic)	0.000000		

3.استخراج معادلة الانحدار وتفسيرها

قبل تفسير معادلة الانحدار يجب أولا كتابة المعادلة من خلال نافذة النموذج المقدر، وذلك بالذهاب إلى **View→representations** فتظهر لنا النافذة التالية:



من خلال الجدول أعلاه نلاحظ أن قيمة الثابت في معادلة الانحدار هي $\beta_0 = 1004.35$ ، أما الميل الحدي الأول $\beta_1 = 0.595$، في حين الميل الحدي الثاني : $\beta_2 = -105.52$ ، أما قيمة المسل الحدي الثالث $\beta_3 = 0.076$، ويمكن تفسير معادلة الانحدار على النحو التالي:

– إذا ارتفع الدخل بوحدة واحدة فإننا نتوقع أن يرتفع الاستهلاك بـ 0.595 وحدة في نفس الاتجاه (توجد علاقة طردية بينهما)، بينما اذا ارتفع معدل الفائدة بوحدة واحد فإن الاستهلاك سوف ينخفض بمقدار 105.52 وحدة، في حين لما يرتفع متغير الادخار بوحدة واحدة يرتفع الاستهلاك بمقدار 0.076 وحدة، كما أن قيمة الاستهلاك في حالة انعدام المتغيرات المستقلة هي 1004.35.

–أيضا توجد معنوية إحصائية للدخل، حيث لدينا $prob(\beta_1) = 0.00 < 0.05$ ومنه نرفض الفرضية الصفرية، أي متغير الدخل له معنوية إحصائية تختلف عن الصفر. بينما لا توجد معنوية إحصائية لباقي المتغيرات المستقلة بالإضافة إلى الحد الثابت، لأن: $prob(\beta_2) = 0.10 > 0.05,$

$prob(\beta_3) = 0.60 > 0.05, prob(\beta_0) = 0.07 > 0.05$ ، ومنه نقبل الفرضية الصفرية، ونقول ان المتغيرات السابقة ليس لها معنوية إحصائية تختلف عن الصفر.

-بالنسبة لاختبار فيشر (المعنوية الكلية للنموذج) فإنه لدينا من مخرجات التقدير: $prob(F) = 0.00 < 0.05$ ، ومنه نرفض الفرضية الصفرية، أي النموذج ككل له معنوية إحصائية تختلف عن الصفر (النموذج مقبول إحصائيا)

-بالنسبة لمعامل التحديد $R^2=0.9921$ ومنه يمكن القول بأن 99.21 بالمئة من التغير في قيمة الاستهلاك (المتغير التابع) يفسر بالتغير في المتغيرات المستقلة: الدخل، الادخار ومعدل الفائدة، وباقي النسبة ترجع إلى عوامل أخرى، وبالتالي النموذج له قدرة تفسيرية عالية جدا.

4. عرض التباين والتباين المشترك

مصفوفة التباين والتباين المشترك في الانحدار الخطي المتعدد هي مصفوفة متناظرة، ولعرضها نذهب إلى نافذة تقدير النموذج، ثم ننقر **view→covariance matrix**

Equation: UNTITLED Workfile: COURS::Untitle...

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Coefficient Covariance Matrix

	INCOME	INT_RATE	SAVINGS	C
INCOME	0.004148	3.627519	-0.006863	-32.00681
INT_RA...	3.627519	3701.292	-4.638346	-31798.05
SAVINGS	-0.006863	-4.638346	0.020802	36.17661
C	-32.00681	-31798.05	36.17661	283074.8

$$\begin{pmatrix} var(\beta_0) & cov(\beta_1,\beta_0) & cov(\beta_2,\beta_0) & cov(\beta_3,\beta_0) \\ cov(\beta_0,\beta_1) & var(\beta_1) & cov(\beta_2,\beta_1) & cov(\beta_3,\beta_1) \\ cov(\beta_0,\beta_2) & cov(\beta_1,\beta_2) & var(\beta_2) & cov(\beta_3,\beta_2) \\ cov(\beta_0,\beta_3) & cov(\beta_1,\beta_3) & cov(\beta_2,\beta_3) & var(\beta_3) \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 0.004 & 3.62 & -0.006 & -32.006 \\ 3.62 & 3701.29 & -4.63 & -31798.05 \\ -0.006 & -4.63 & 0.020 & 36.17 \\ -32.006 & -31798.05 & 36.17 & 283074.8 \end{pmatrix}$$

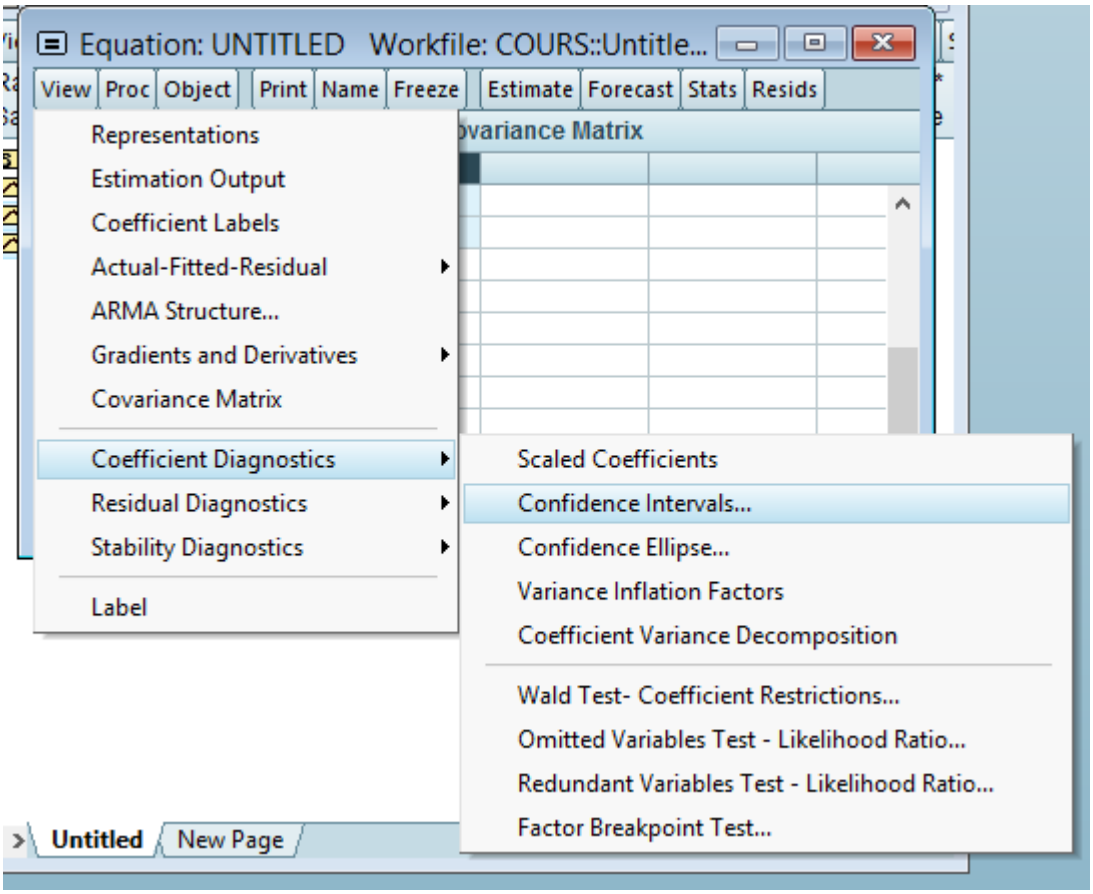
5. إنشاء مجال الثقة

مجال الثقة لمعامل انحدار β_j هو مجال نتوقع أن يحتوي القيمة الحقيقية للمعامل بنسبة ثقة معينة (مثلا 95%).

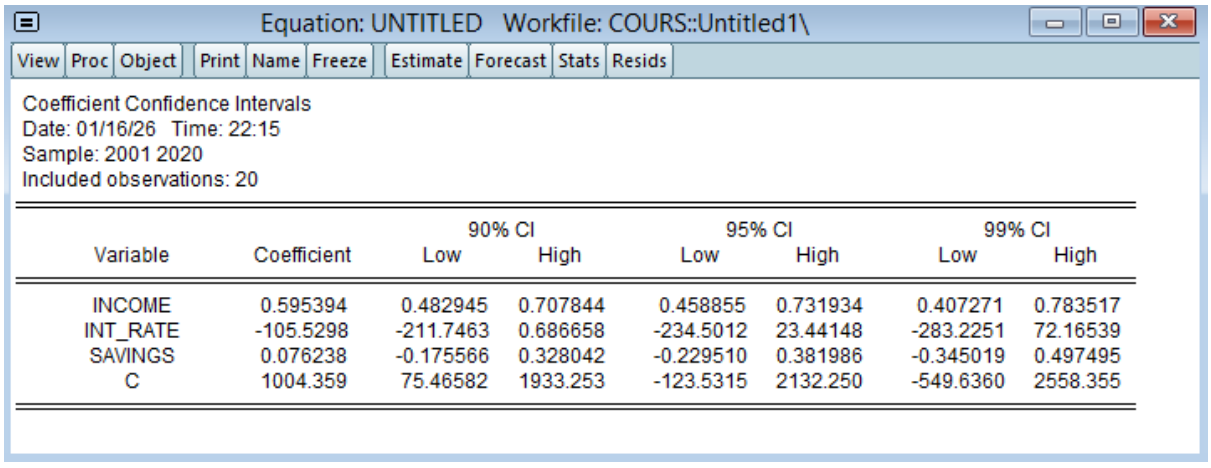
ومنه: $\beta_j \in (\widehat{\beta_j} - t_{n-2}^{\alpha} * \sigma_{\widehat{\beta_j}}; \widehat{\beta_j} + t_{n-2}^{\alpha} * \sigma_{\widehat{\beta_j}})$

لحساب مجال الثقة للمعالم عن طريق Eviews ننقر من نافذة التقدير:

View→ coefficient diagnostics→ confidence intervals



يظهر لنا الجدول التالي الذي يبين لنا قيم المعلمات المقدرة أين يجب أن تكون محصورة



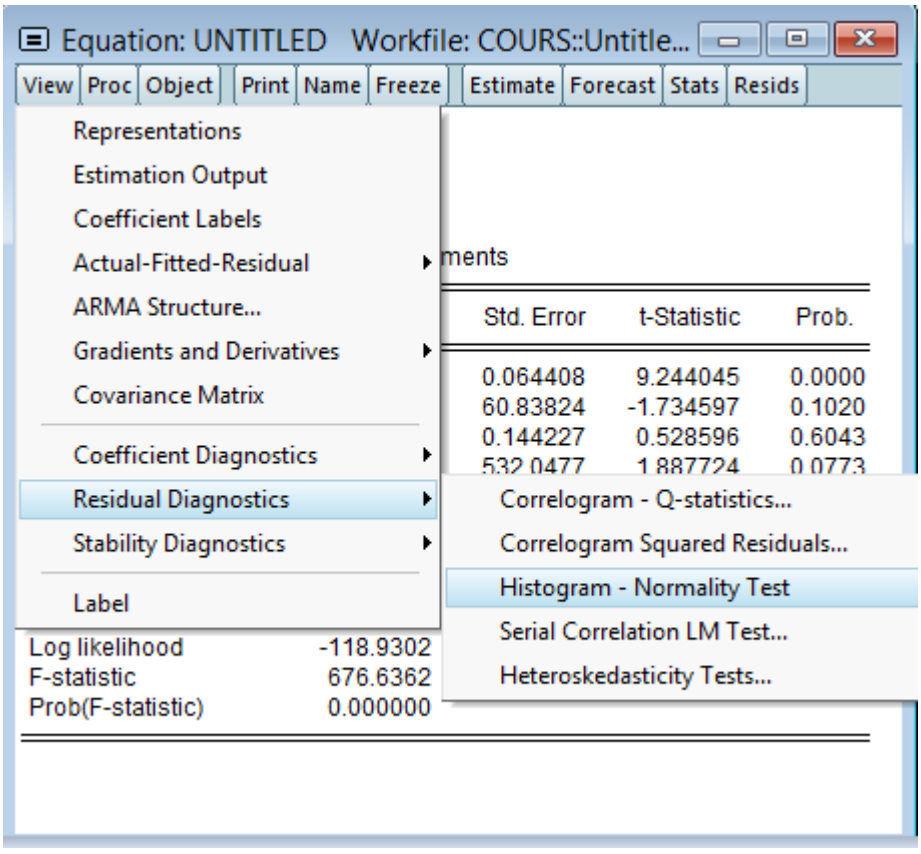
Variable	Coefficient	90% CI Low	90% CI High	95% CI Low	95% CI High	99% CI Low	99% CI High
INCOME	0.595394	0.482945	0.707844	0.458855	0.731934	0.407271	0.783517
INT_RATE	-105.5298	-211.7463	0.686658	-234.5012	23.44148	-283.2251	72.16539
SAVINGS	0.076238	-0.175566	0.328042	-0.229510	0.381986	-0.345019	0.497495
C	1004.359	75.46582	1933.253	-123.5315	2132.250	-549.6360	2558.355

يمكن أن نقول بأننا واثقون بنسبة 95% مثلا أن القيمة الحقيقية لمعامل الدخل أي β_1 تقع بين 0.45 و 0.73. بينما يمكن القول بأننا واثقون بنسبة 90% مثلا أن القيمة الحقيقية لمعامل معدل الفائدة β_2 تقع بين 211.74- و 0.68، في حين بنسبة 99% القيمة الحقيقية لمعامل الادخار تقع بين 0.34- و 0.49، أما الحد الثابت c أي β_0 يقع بين 123.53- و 2132.25 عند نسبة الثقة 95%. نلاحظ أن مجال معامل الدخل لا يحتوي على القيمة 0 وهذا يؤكد على معنويته الإحصائية، بينما بالنسبة للمتغيرات الباقية فإن القيمة 0 محصورة في مجال الثقة الخاصة بها، خصوصا عند النسبة 95% وهذه يؤكد على عدم معنويتها الإحصائية.

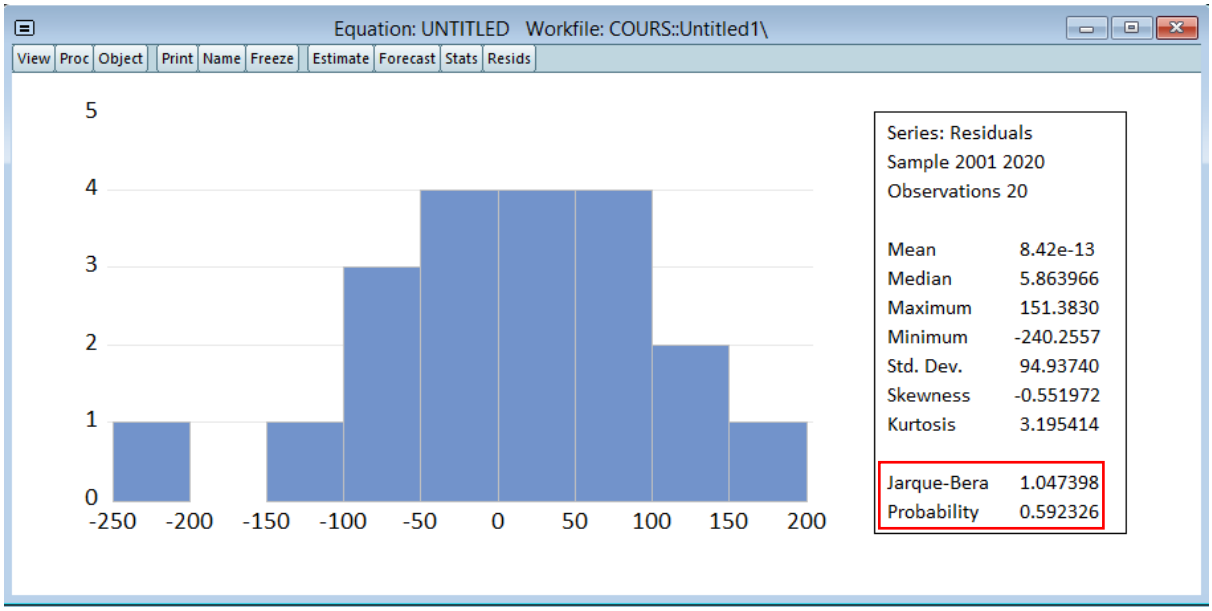
6.التوزيع الطبيعي لبواقي الانحدار

لاختبار فيما إذا كانت البواقي تتوزع التوزيع الطبيعي أم لا ، ننقر من نافذة تقدير النموذج على:

View→residual diagnostics→ histogram–normality test



بعدها يظهر لنا الشكل التالي



يتم اختبار الفرضيات التالية:

$$\begin{cases} H_0: \text{البواقي تتوزع طبيعيا} \\ H_1: \text{البواقي لا تتوزع طبيعيا} \end{cases}$$

حيث نقبل الفرضية الصفرية في حالة إحصائية جارك بيرا المحسوبة اقل من الإحصائية المجدولة، والعكس صحيح لدينا القيمة الاحتمالية لإحصائية JB تساوي 0.59 أكبر من مستوى المعنوية 0.05 ومنه نقبل الفرضية الصفرية أي البواقي تتبع التوزيع الطبيعي.

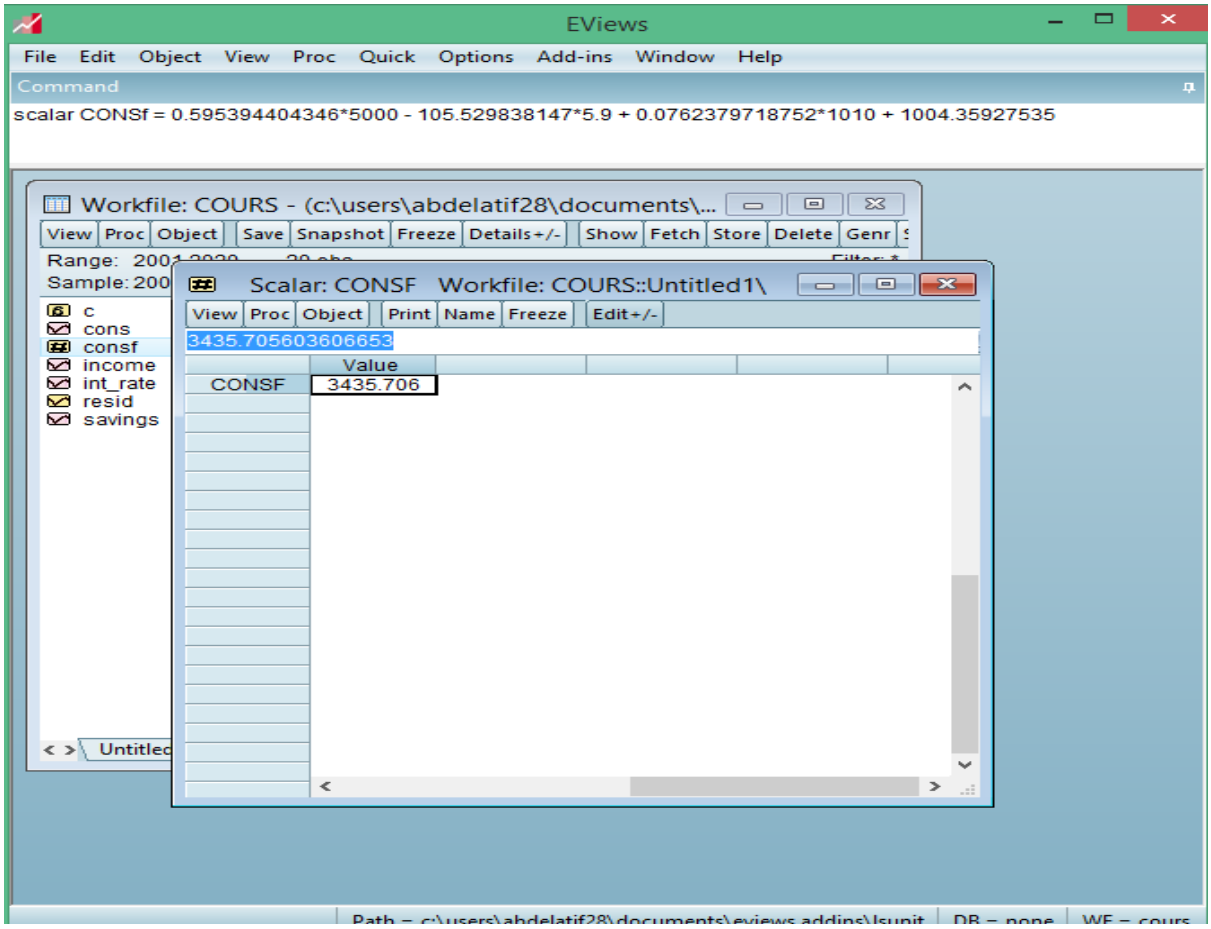
7. التنبؤ باستخدام نموذج الانحدار الخطي البسيط

- **التنبؤ بقيمة مستقبلية واحدة**

للتنبؤ بقيمة المتغير التابع في سنة 2021 يجب أن تكون قيمة المتغيرات المستقلة معلومة، وبافتراض أن قيمة الدخل تساوي مثلا 5000، بينما قيمة الادخار تساوي 1010، في حين معدل الفائدة كان 5.9، فإننا نكتب التعليمة التالية في مساحة الأوامر:

scalar CONSf = 0.595394404346*5000 - 105.529838147*5.9 + 0.0762379718752*1010 + 1004.35927535 ثم ننقر على OK

نلاحظ ظهور أيقونة جديدة في مساحة العمل وبالضغط عليها مرتين نلاحظ أن القيمة المتنبئ بها هي 3435.70

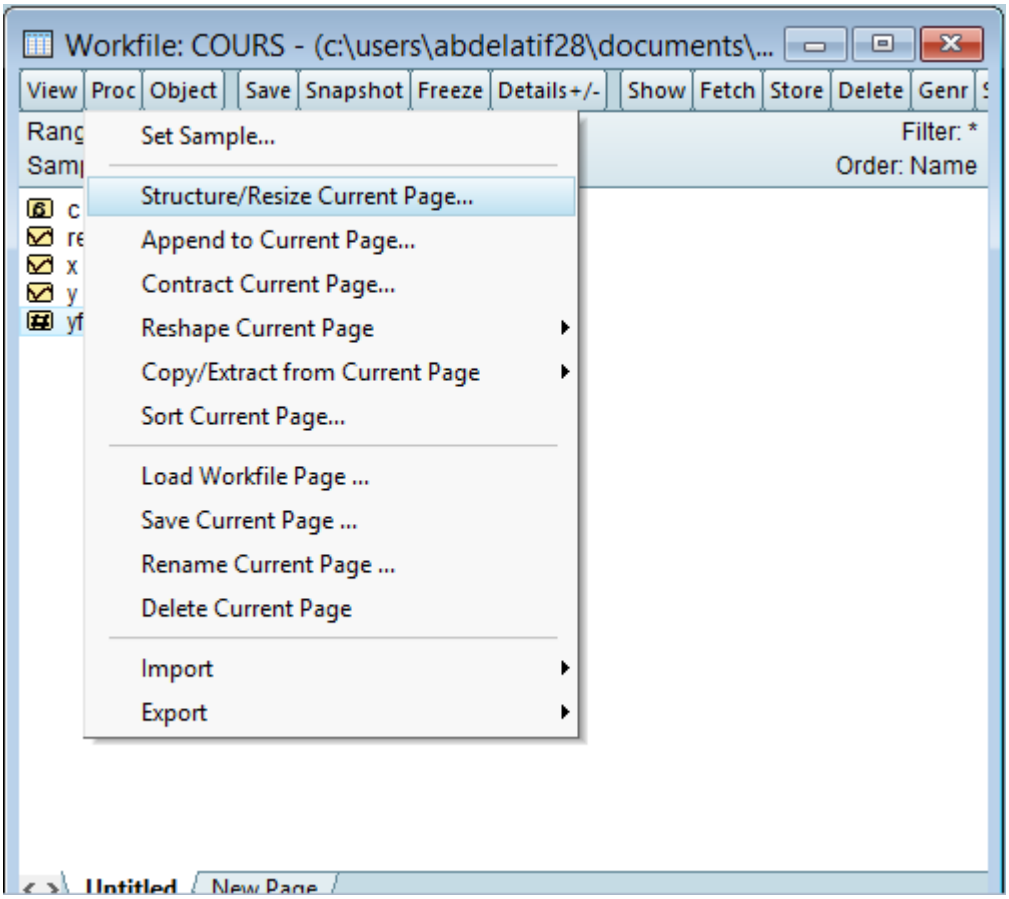


- **التنبؤ بأكثر من قيمة**

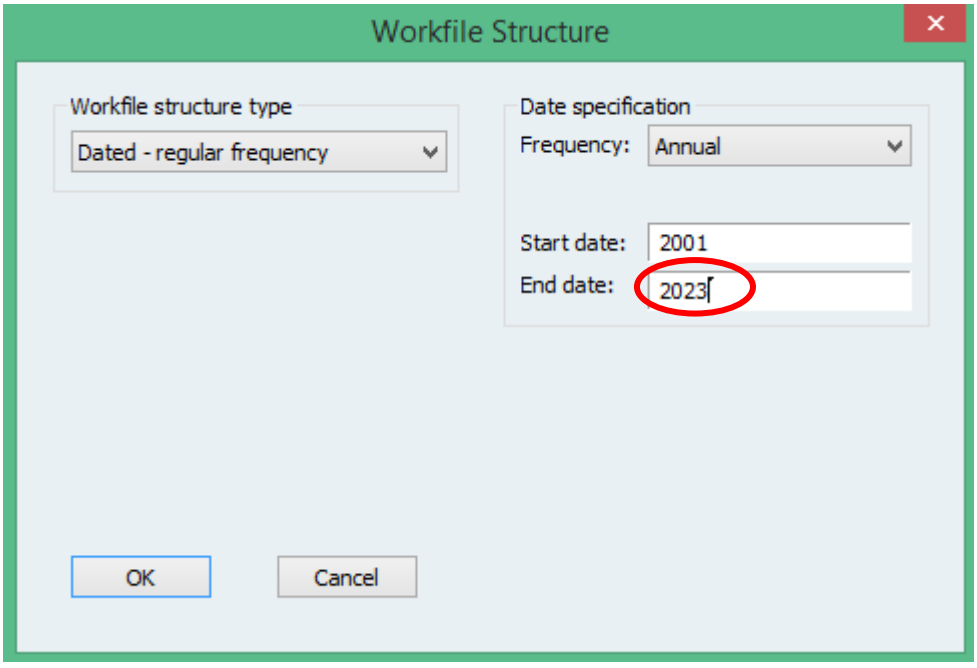
في حالة التنبؤ بأكثر من قيمة للمتغير التابع فيجب إتباع الخطوات التالية:

من أجل التنبؤ بقيم المتغير التابع لثلاث سنوات قادمة 2021، 2022، 2023 يجب إدخال مشاهدات متوقعة للمتغيرات المستقلة ولإدخال هذه المشاهدات يجب توسعة العينة وذلك بالنقر على

Proc→structure/Resize current page



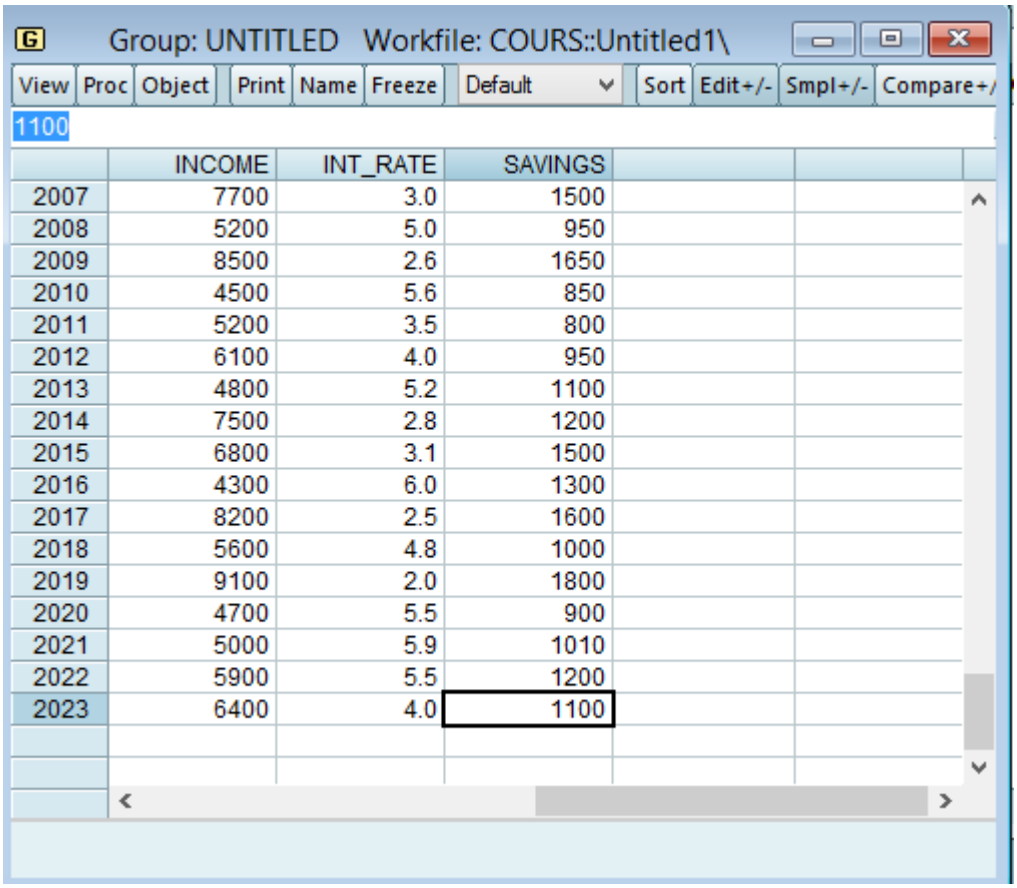
تظهر نافذة جديدة فنقوم بتغير نهاية المدى ونضع 2023، لأننا نريد التنبؤ بثلاثة سنوات مقبلة، ثم ننقر على ok



كمرحلة موالية نقوم بفتح ملف المتغيرات المستقلة فنجد أن سلسلة المتغير المستقل قد تم تمديدها بثلاث مشاهدات .

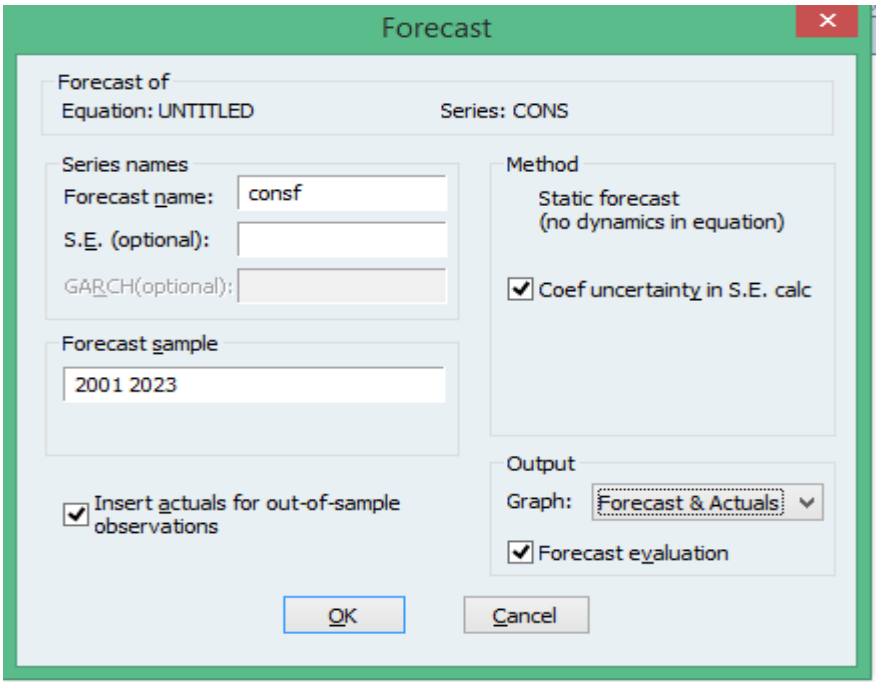
ننقر على Edit+/- ونقوم بإدخال قيم المشاهدات الجديدة ولتكن على سبيل المثال 5000، 5900، 6400

بالنسبة لمتغير الدخل، 5.9، 5.5، 4 بالنسبة لمتغير سعر الفائدة، 1010، 1200، 1100، بالنسبة لمتغير الادخار، المقابلة للسنوات 2021، 2022، 2023 على التوالي

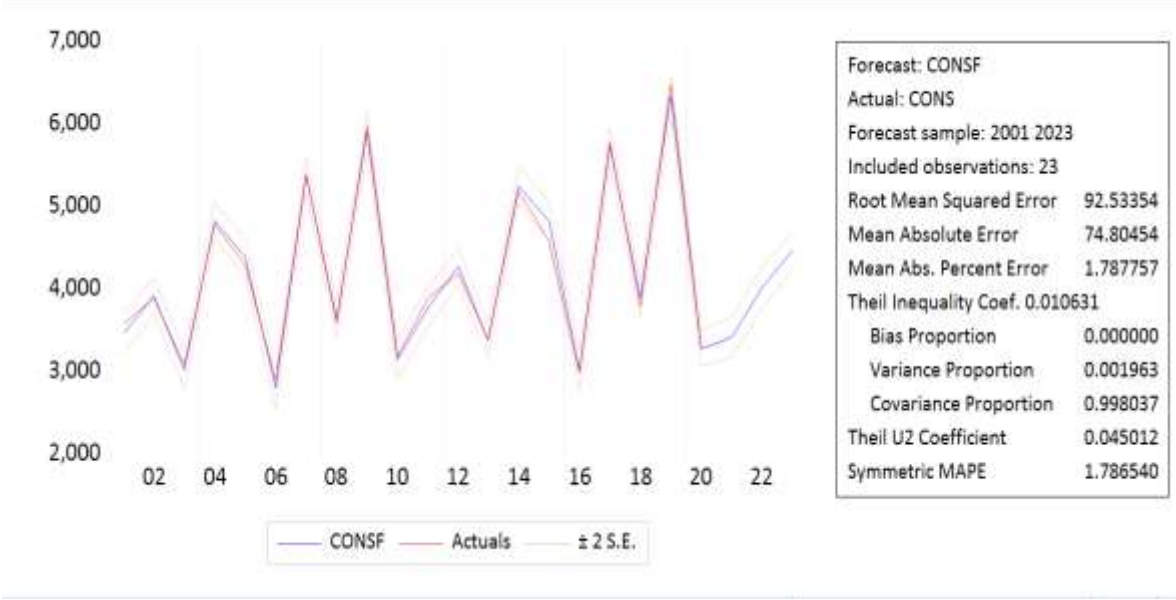


	INCOME	INT_RATE	SAVINGS
2007	7700	3.0	1500
2008	5200	5.0	950
2009	8500	2.6	1650
2010	4500	5.6	850
2011	5200	3.5	800
2012	6100	4.0	950
2013	4800	5.2	1100
2014	7500	2.8	1200
2015	6800	3.1	1500
2016	4300	6.0	1300
2017	8200	2.5	1600
2018	5600	4.8	1000
2019	9100	2.0	1800
2020	4700	5.5	900
2021	5000	5.9	1010
2022	5900	5.5	1200
2023	6400	4.0	1100

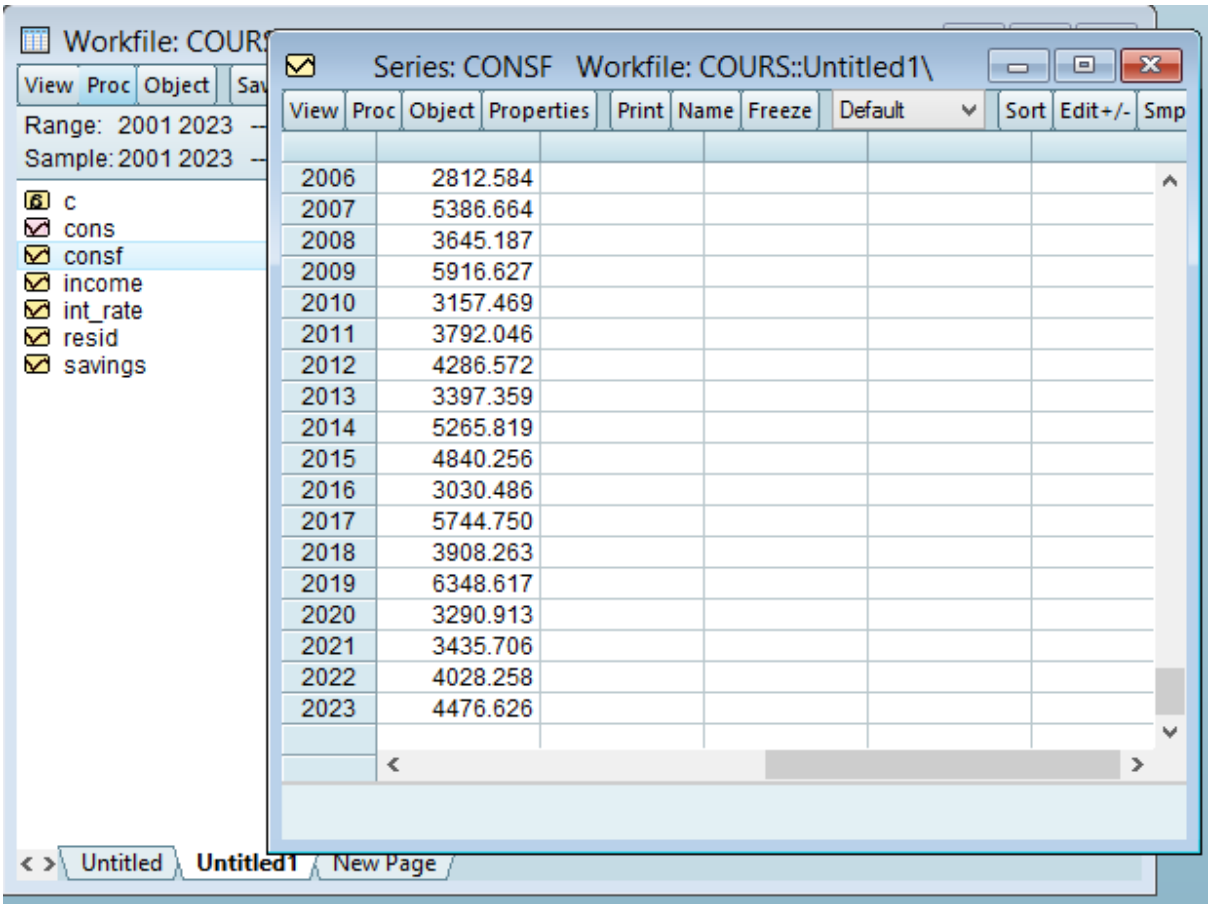
نعيد عملية تقدير الانحدار الخطي البسيط من جديد كما سبق وشرحنا سابقا، ثم من نافذة التقدير نضغط على Forecast الموجودة في نافذة المعادلة، تظهر لنا نافذة جديدة فيها اسم السلسلة المتوقعة تلقائيا باسم consf (يمكن تغيير الاسم الخاص بها) بعدها نضغط على OK



يظهر لنا شكل جديد عبارة عن رسم بياني يوضح لنا قيم تنبؤ المشاهدات الثلاثة، كما يقدم لنا مجموعة من المعطيات الإحصائية الخاصة بالسلسلة consf



يبيّن الرسم البياني للتنبؤ أن القيم المتنبئ بها consf باللون الأزرق تحرك بشكل قريب من القيم الفعلية Actuals باللون الأحمر، كما تقع معظم القيم داخل حدود الثقة، مما يدل على قدرة تفسيرية وتنبؤية جيدة للنموذج المقدر نلاحظ أيضا ظهور سلسلة جديدة في صفحة العمل باسم consf بالنقر عليها نحصل على القيم المتوقعة أو المتنبئ بها للمتغير الاستهلاك cons انطلاقا من المتغيرات المستقلة وباستعمال معادلة التقدير لجميع المشاهدات.



تمرين تطبيقي رقم 5

لتكن لديك البيانات التالية حيث: Y كمية من سلعة معينة، X1 سعر السلعة ، X2 دخل المستهلك، X3سعر سلعة أخرى (مكملة أو بديلة).

السنوات	Y	X1	X2	X3
1999	20	12	800	4
2000	25	11	900	8
2001	30	12	1000	6
2002	35	11	1100	7
2003	40	10	1200	5
2004	50	9	1300	9
2005	45	9	1400	10
2006	45	10	1500	11
2007	55	7	1600	16
2008	55	7	1700	13
2009	60	7	1800	14
2010	80	5	1900	17
2011	70	6	2000	12
2012	75	5	2100	18
2013	65	6	2200	15

المطلوب:

1. بالاعتماد على النظرية الاقتصادية والدراسات التطبيقية ماهي طبيعة الإشارة بين المتغير التابع وباقي المتغيرات المستقلة وذلك في حالة نموذج خطي متعدد.
2. اكتب الشكل المصفوفي للنموذج، ثم قدر معادلة الانحدار الخطي المتعدد، اكتب المعادلة ثم قم بتحليل النتائج من الناحية الاقتصادية وذلك بالتحقق من إجابة السؤال الأول
3. ادرس المعنوية الإحصائية للمعلمات، المعنوية الكلية للنموذج.

4. استخرج قيمة معامل التحديد ومعامل التحديد المصحح ثم قيم القدرة التفسيرية للنموذج

5. أوجد مصفوفة التباين والتباين المشترك، ثم مجال الثقة للمعلمات المقدرة.

6. هل تتوزع بواقي الانحدار طبيعيا

7. قم بالتنبوء لفترة من ثلاثة سنوات مقبلة للكمية المطلوبة، تعطى القيم المستقبلية لـ X1: 7.5، 8، 7، لـX2: 2300، 2350، 2410، لـX3: 17، 15، 16.5

المحور السادس: المشاكل القياسية في نماذج الانحدار وطرق الكشف عنها

يُعدّ نموذج الانحدار الخطي من الركائز الأساسية في التحليل القياسي والاقتصادي لما يوفره من إطار منهجي لدراسة العلاقة بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة وتفسير سلوك الظواهر الاقتصادية والاجتماعية. إلا أن الاعتماد على هذا النموذج يفترض توافر مجموعة من الفروض الإحصائية التي تضمن كفاءة المقدِّرات وعدم تحيزها، مثل استقلالية الأخطاء، وثبات تباينها، وعدم وجود ارتباط قوي بين المتغيرات المستقلة، واتباع الأخطاء للتوزيع الطبيعي. غير أن البيانات الواقعية غالبًا ما تنتهك هذه الفروض، مما يؤدي إلى ظهور عدد من المشكلات القياسية التي تُضعف من قدرة النموذج على التفسير والتنبؤ.

تتمثل أهم هذه المشكلات في مشكلة الازدواج الخطي التي تنشأ نتيجة وجود علاقة قوية بين المتغيرات المستقلة، الأمر الذي يؤدي إلى تضخيم التباين في المقدِّرات وصعوبة الحكم على الأهمية الفردية للمتغيرات. كما تظهر مشكلة عدم تجانس التباين عندما لا يكون تباين حد الخطأ ثابتًا، وهو ما يجعل اختبارات الفرضيات الإحصائية غير دقيقة. كذلك تُعد مشكلة الارتباط الذاتي من المشكلات الشائعة خاصة في بيانات السلاسل الزمنية، حيث ترتبط الأخطاء عبر الزمن، مما يؤدي إلى تقديرات غير كفؤة. إضافة إلى ذلك، قد يعاني النموذج من مشكلة التحديد الخاطئ سواء بإغفال متغيرات مؤثرة أو بإدراج متغيرات غير ملائمة، فضلًا عن مشكلة عدم اتباع الأخطاء للتوزيع الطبيعي، والتي تؤثر على صلاحية الاستدلال الإحصائي.

وبناءً على ذلك، تبرز أهمية تشخيص هذه المشكلات القياسية باستخدام الاختبارات الإحصائية المناسبة، ومعالجتها بالأساليب القياسية الملائمة، لضمان سلامة نتائج نموذج الانحدار وتعزيز موثوقية التحليل والاستنتاجات المستخلصة منه.

1-الارتباط الذاتي بين الأخطاء

يعتبر الارتباط الذاتي للأخطاء Autocorrelation خرقا لافتراضات الانحدار الخطي الكلاسيكية والذي يتطلب استقلالية الأخطاء لضمان دقة وموثوقية نتائج النموذج، فمشكل الارتباط الذاتي يظهر عندما تكون الأخطاء العشوائية (البواقي) في النموذج مترابطة فيما بينها، مما يعني أن الخطأ في فترة معينة يعتمد على الخطأ في الفترة السابقة. ويوجد العديد من الاختبارات المخصصة للكشف عن مشكلة الارتباط الذاتي أهمها: داربن-واتسون Durbin Watson Test ودابن-واتسون المحسن Durbin h test واختبار Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test ولاختبار ما إذا كان النموذج يعاني من مشكل الارتباط الذاتي للأخصاء نشكل فرضيات الاختبار كالتالي:

$H_0: \rho = 0$ ... (الاخطاء مستقلة) لا يوجد ارتباط ذاتي بين الاخطاء

$H_1: \rho \neq 0$ ... . (الاخطاء غير مستقلة) يوجد ارتباط ذاتي بين الاخطاء

حيث ρ هو معامل الارتباط بين الأخطاء في الفترة الزمنية t و $t-1$

1. اختبار داربن–واتسون Durbin Watson Test

في برنامج Eviews بعد تقدير نموذج الانحدار ستظهر قيمة إحصاء داربن–واتسون Durbin-Watson بشكل مباشر في نافذة النتائج الخاصة بالتقدير وهي القيمة المحسوبة لإحصاء داربن–واتسون كما هو موضح:

Dependent Variable: Y
Method: Least Squares
Date: 01/26/26 Time: 20:37
Sample: 2001 2020
Included observations: 20

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
X	21.58949	0.369142	58.48564	0.0000
C	238.9801	24.73663	9.660982	0.0000

R-squared	0.994765	Mean dependent var	1594.800
Adjusted R-squared	0.994474	S.D. dependent var	519.2529
S.E. of regression	38.59818	Akaike info criterion	10.23893
Sum squared resid	26816.74	Schwarz criterion	10.33850
Log likelihood	-100.3893	Hannan-Quinn criter.	10.25836
F-statistic	3420.570	Durbin-Watson stat	1.425093
Prob(F-statistic)	0.000000		

قراءة النتائج:

رغم أننا تحتاج إلى مقارنة الإحصائية المحسوبة للاختبار مع إحصائية داربن–واتسون الجدولية لمعرفة مدى معنويتها إلا أنه يمكننا تقديم القراءة التالية:

- إذا كانت قيمة إحصاء داربن–واتسون قريبة من 2 هنا يمكننا القول إنه لا يوجد ارتباط ذاتي بين الأخطاء وهذا يدعم الفرضية الصفرية.
- إذا كانت قيمة إحصاء داربن–واتسون أقل من 2 (أقرب إلى 0) فهذا يشير إلى وجود ارتباط ذاتي إيجابي بين الأخطاء وهو ما يؤدي بنا إلى رفض الفرضية الصفرية لصالح الفرضية البديلة.
- إذا كانت قيمة إحصاء داربن–واتسون أكبر من 2 (أقرب إلى 4) فهذا يشير إلى وجود ارتباط ذاتي سلبي بين الأخطاء، وهو أيضا يؤدي بنا إلى رفض الفرضية الصفرية لصالح الفرضية البديلة

لدينا من الجدول السابق إحصائية درين واتسون المحسوبة DW=1.42 ، نبحث الأن عن القيمتين الجدولتين d_1 نفسها d_L و d_2 نفسها d_U من جدول توزيع دربن واتسون عند المستوى 0.05

فنجد $d_L = 1.201$ و $d_U = 1.411$ وذلك عند n=20 و k=1

نقوم بتشكيل الجدول التالي:

منطقة رفض H_0	منطقة لا حسم	منطقة قبول H_0	منطقة لا حسم	منطقة رفض H_0
$[4-d_L; 4]$	$[4-d_U; 4-d_L]$	$[d_U; 4-d_U]$	$[d_L; d_U]$	$[0; d_L]$
[4–1.201 ; 4]	[4–1.41 ; 4–1.20]	[1.41 ; 4–1.41]	[1.20 ; 1.41]	[0 ; 1.20]
[2.8 ; 4]	[2.59 ; 2.8]	[1.41 ; 2.59]	[1.20 ; 1.41]	[0 ; 1.20]

لدينا من الجدول السابق إحصائية درين واتسون المحسوبة DW=1.42 وهي تنتمي للمجال (1.41;2.59) أي تقع في منطقة قبول الفرضية الصفرية وهنا نقول انه لا يوجد ارتباط ذاتي بين الأخطاء

فرضا لو كانت قيمة إحصائية DW=2.85 فهذه القيمة تنتمي في منطقة رفض الفرضية الصفرية ومنه نقول بوجود ارتباط ذاتي عكسي بين الأخطاء

2. اختبار Breusch–Godfrey Serial Correlation LM Test

هو اختبار يستخدم للكشف عن وجود ارتباط ذاتي بين الأخطاء (البواقي) في نموذج الانحدار ويعد بديلا لاختبار داربن–واتسون Durbin–Watson في حالات معينة. يستخدم هذا الاختبار بشكل خاص عند وجود ارتباط ذاتي عند فترات تأخير متعددة (مثل عندما تكون هناك علاقة بين الأخطاء في أكثر من فترة زمنية واحدة) وهو أكثر مرونة من اختبار داربن–واتسون لأنه يسمح باختبار الارتباط الذاتي في عدة تأخيرات في وقت واحد.

لدينا في حالة هذا الاختبار:

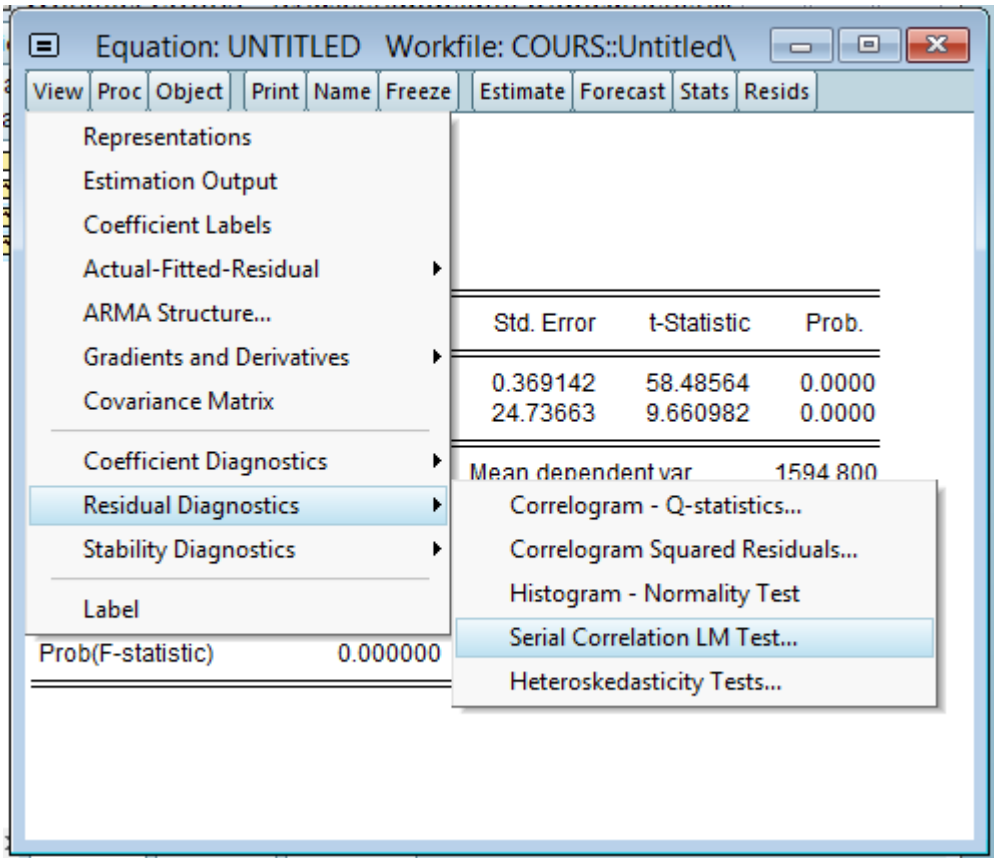
$$e_t = \rho_1 e_{t-1} + \rho_2 e_{t-2} + \cdots + \rho_m e_{t-m}$$

نختبر الفرضيات التالية:

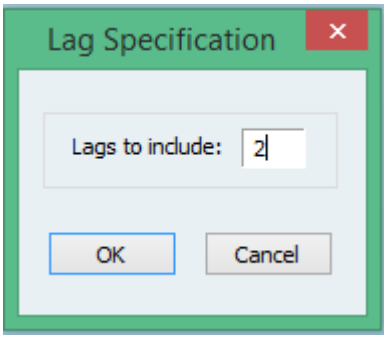
$$H_0: \rho_1 = \cdots = \rho_m = 0$$
$$H_1: \rho_1 \neq \cdots \neq \rho_m \neq 0$$

للكشف عن وجود ارتباط ذاتي بين الأخطاء باستخدام اختبار Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test في Eviews وبعد تقدير النموذج ننتقل إلى نافذة النتائج من هناك نختار:

View→ Residual Diagnostics → Serial Correlation LM Test



تظهر لنا نافذة بعد ذلك ويطلب منا تحديد عدد التأخيرات (lags) التي نرغب في اختبار الارتباط الذاتي لها. عادة ما نختار التأخيرات بناء على عدد المشاهدات والفرضيات (مثلا 1 أو 2 تأخيرات) كما هو موضح في الصورة أدناه:



بعد تحديد عدد التأخيرات (lags) التي نرغب في اختبار الارتباط الذاتي لها وليكن 2 مثلا وبعد الضغط على OK تظهر لنا النتائج التي تحتوي على: قيمة إحصاء الاختبار LM Test Statistic والقيمة الاحتمالية p-value

Equation: UNTITLED Workfile: COURS::Untitled\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	0.200109	Prob. F(2,16)	0.8207
Obs*R-squared	0.488063	Prob. Chi-Square(2)	0.7835

Test Equation:
Dependent Variable: RESID
Method: Least Squares
Date: 01/26/26 Time: 21:10
Sample: 2001 2020
Included observations: 20
Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
X	-0.011757	0.388288	-0.030279	0.9762
C	0.727035	25.98826	0.027976	0.9780
RESID(-1)	0.150437	0.250140	0.601412	0.5560
RESID(-2)	0.025485	0.253587	0.100497	0.9212

R-squared	0.024403	Mean dependent var	-5.14E-14
Adjusted R-squared	-0.158521	S.D. dependent var	37.56870
S.E. of regression	40.43693	Akaike info criterion	10.41422
Sum squared resid	26162.33	Schwarz criterion	10.61337
Log likelihood	-100.1422	Hannan-Quinn criter.	10.45310
F-statistic	0.133406	Durbin-Watson stat	1.720462
Prob(F-statistic)	0.938728		

قراءة النتائج:

إذا كانت القيمة الاحتمالية p-value أقل من مستوى الدلالة (0.05 عادة) نرفض الفرضية الصفرية ونقر بوجود ارتباط ذاتي في البواقي. أما إذا كانت القيمة الاحتمالية p-value أكبر من مستوى الدلالة نقبل الفرضية الصفرية ونقر بعدم وجود ارتباط ذاتي في البواقي.

ملاحظة: عند إجراء اختبار Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test في Eviews ستحصل على نتيجتين رئيسيتين لإحصائية الاختبار: الإحصائية LM (Obs*R^2) تعتمد على ضرب عدد الملاحظاتObs في معامل التحديد R^2 الناتج من النموذج الموسع وتعتبر الأكثر استخداما بشكل عام. خاصة عندما يكون لديك حجم عينة كبير وهي تعتمد على

توزيع كاي-تربيع Chi-Square لتحديد القيمة الجدولية، فلو كانت الإحصائية المحسوبة اقل من الجدولية نقبل الفرضية الصفرية.

الإحصائية F الكلاسيكية تستخدم عندما يكون حجم العينة صغير وتوفر دقة أفضل في تلك الحالات لأنها تأخذ بعين الاعتبار درجة الحرية وهي تعتمد على توزيع فيشر في تحديد القيمة الجدولية، فلو كانت الإحصائية المحسوبة اقل من الجدولية نقبل الفرضية الصفرية.

مما سبق لدينا القيمة الاحتمالية المحسوبة لفيشر تساوي 0.82 أكبر من 0.05، كما لدينا القيمة الاحتمالية كاي تربيع تساوي 0.78 أكبر من 0.05 ومنه نقبل الفرضية الصفرية ونقول انه لا يوجد ارتباط ذاتي بين الأخطاء.

2-عدم تجانس التباين Heteroskedasticity

عدم تجانس التباين يعني أن تباين الأخطاء العشوائية (البواقي) في نموذج الانحدار ليس ثابتا عبر الزمن. وهذا يخالف فرضية ثبات التباين الأساسية في الانحدار الخطي ويوجد العديد من الاختبارات المخصصة للكشف عن مشكل عدم تجانس التباين نذكر منها: اختبار Breusch-Pagan-Godfrey واختبار White واختبار ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) ولاختبار ما إذا كان النموذج يعاني من مشكل تجانس التباين للأخصاء نشكل فرضيات الاختبار كالتالي:

H_0: (ثبات التباين) البواقي ذات تباين متجانس

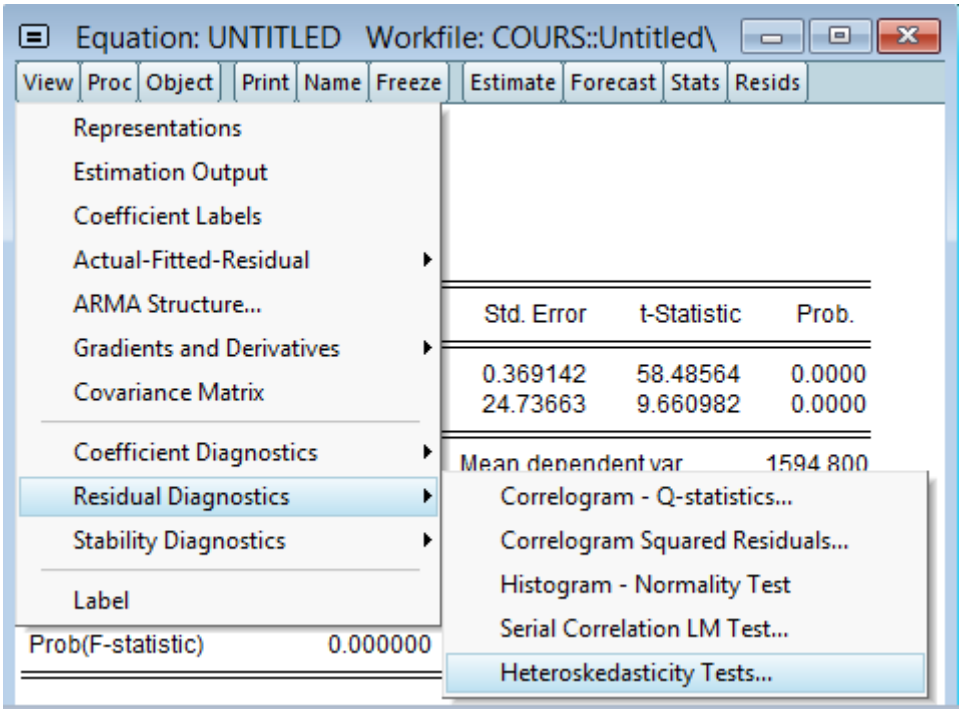
H_1: (غياب ثبات التباين) البواقي ذات تباين متجانسغير

1. اختبار ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity)

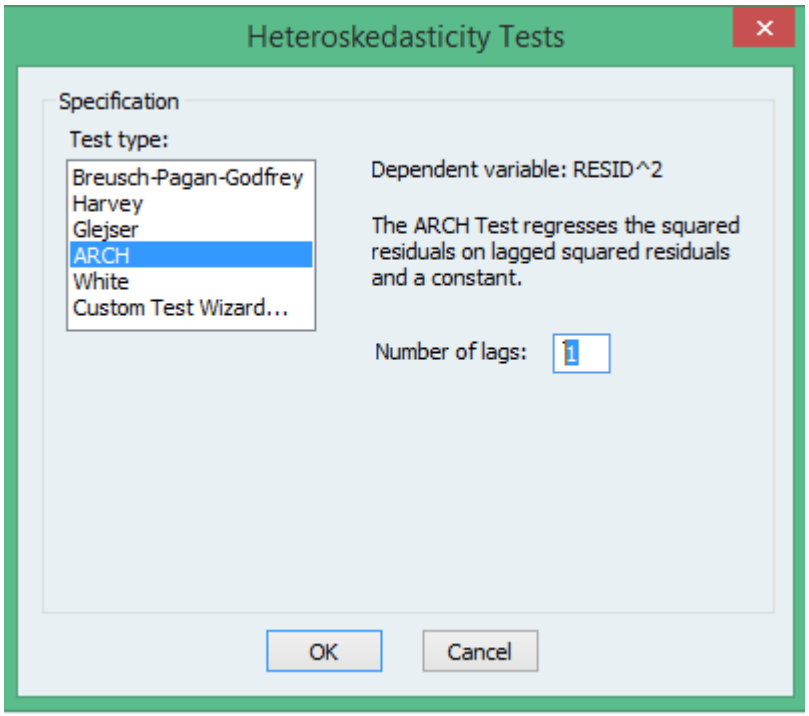
يستخدم للكشف عن عدم تجانس التباين في الأخطاء العشوائية (البواقي) لنماذج الانحدار، وهو يعتمد على مربعات البواقي كمتغير تابع ومتغير البواقي مبطئ بفترة واحدة كمتغير مستقل ويعتمد في تفسير نتائجه على توزيع كاي تربيع

للكشف عن وجود ارتباط ذاتي بين الأخطاء باستخدام اختبار ARCH Test في برنامج Eviews وبعد تقدير النموذج ننتقل إلى نافذة النتائج من هناك نختار:

View→ Residual Diagnostics → Heteroskedasticity Test



يظهر لنا مربع الحوار المعروض أدناه حيث نختار نوع الاختبار وهو اختبار ARCH في هذه الحالة كما يطلب منا تحديد عدد التأخيرات Lags والتي تشير إلى عدد الفترات الزمنية السابقة التي يتم استخدامها للتحقق مما إذا كان تباين الأخطاء (البواقي) الحالية يعتمد على مربعات الأخطاء في هذه الفترات السابقة (في معظم الحالات نختار Lag= 1 كافتراض مبدئي وهذا يشير إلى أنك تتحقق مما إذا كان التباين الحالي يعتمد فقط على البواقي من الفترة السابقة المباشرة.)



بعد الضغط على OK تظهر لنا النتائج التي تحتوي على إحصائيتان رئيسيتان:

الإحصائية $(Obs*R^2)$ تعتمد على ضرب عدد الملاحظاتObs في معامل التحديد R^2 الناتج من النموذج وتعتبر الأكثر استخداما بشكل عام. خاصة عندما يكون لديك حجم عينة كبير وهي تعتمد على توزيع كاي-تربيع Chi-Square لتحديد القيمة الجدولية، فلو كانت الإحصائية المحسوبة اقل من الجدولية نقبل الفرضية الصفرية.

الإحصائية F الكلاسيكية تستخدم عندما يكون حجم العينة صغير وتوفر دقة أفضل في تلك الحالات لأنها تأخذ بعين الاعتبار درجة الحرية وهي تعتمد على توزيع فيشر في تحديد القيمة الجدولية، فلو كانت الإحصائية المحسوبة اقل من الجدولية نقبل الفرضية الصفرية. وفي معظم الحالات، تعطي كلا الإحصائيتين نتائج متشابهة قد تختلف قليلا إذا كان حجم العينة صغير جدا.

Equation: UNTITLED Workfile: COURS::Untitled\

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.018081	Prob. F(1,17)	0.8946
Obs*R-squared	0.020186	Prob. Chi-Square(1)	0.8870

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 01/26/26 Time: 21:24
Sample (adjusted): 2002 2020
Included observations: 19 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	998.0406	523.2867	1.907254	0.0735
RESID^2(-1)	0.026377	0.196167	0.134464	0.8946

R-squared	0.001062	Mean dependent var	1035.264
Adjusted R-squared	-0.057699	S.D. dependent var	1882.107
S.E. of regression	1935.643	Akaike info criterion	18.07357
Sum squared resid	63694160	Schwarz criterion	18.17298
Log likelihood	-169.6989	Hannan-Quinn criter.	18.09039

قراءة النتائج:

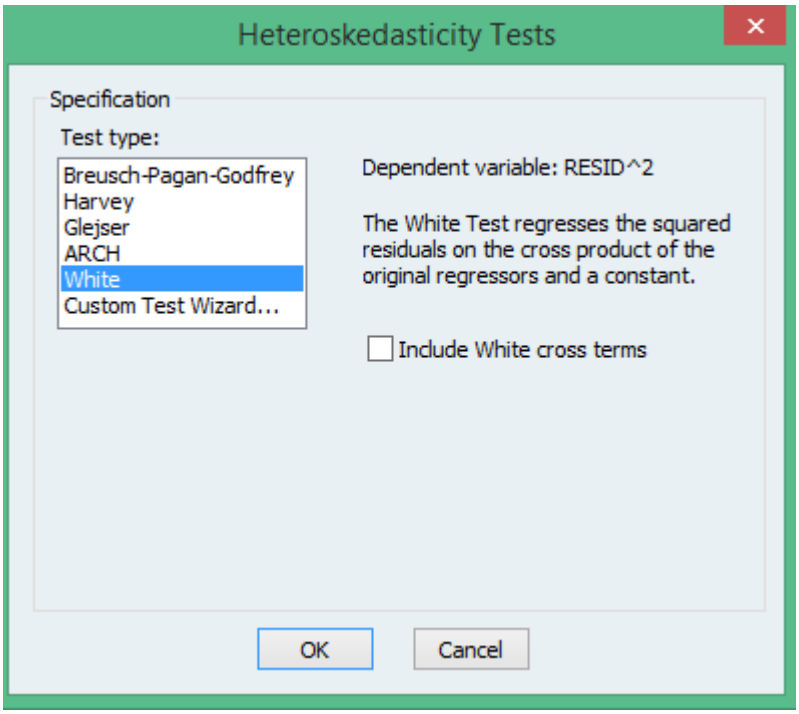
مما سبق لدينا القيمة الاحتمالية المحسوبة لفيشر تساوي 0.89 أكبر من 0.05، كما لدينا القيمة الاحتمالية المحسوبة لكاي تربيع تساوي 0.88 أكبر من 0.05 ومنه نقبل الفرضية الصفرية ونقول إن البواقي ذات تباين متجانس أو ثبات تبيان البواقي أو ثبات تباين حد الخطأ أو نقول بغياب تأثير ARCH.

2. اختبار وايت White Test

يستخدم هو الآخر للكشف عن عدم تجانس التباين في نماذج الانحدار، وللكشف عن عدم تجانس التباين باستخدام اختبار White Test في برنامج Eviews نتبع نفس الخطوات السابقة حيث وبعد تقدير النموذج ننتقل إلى نافذة النتائج من هناك نختار:

View→ Residual Diagnostics → Heteroskedasticity Test

بعد ذلك نختار نوع الاختبار وهو اختبار وايت في هذه الحالة وهنا يجب أن نتأكد بأن الخيار Include White Cross Terms غير مؤشر كما هو موضح فيما يلي:



بعد الضغط على OK تظهر لنا النتائج على النحو التالي:

Equation: UNTITLED Workfile: COURS::Untitle...

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Heteroskedasticity Test: White
Null hypothesis: Homoskedasticity

F-statistic	6.748041	Prob. F(1,18)	0.0182
Obs*R-squared	5.453394	Prob. Chi-Square(1)	0.0195
Scaled explained SS	6.096014	Prob. Chi-Square(1)	0.0135

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 01/26/26 Time: 21:33
Sample: 2001 2020
Included observations: 20

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3122.356	819.0484	3.812176	0.0013
X^2	-0.396731	0.152724	-2.597699	0.0182

R-squared	0.272670	Mean dependent var	1340.837
Adjusted R-squared	0.232262	S.D. dependent var	2285.474
S.E. of regression	2002.547	Akaike info criterion	18.13687
Sum squared resid	72183484	Schwarz criterion	18.23644
Log likelihood	-179.3687	Hannan-Quinn criter.	18.15630
F-statistic	6.748041	Durbin-Watson stat	2.155138
Prob(F-statistic)	0.018187		

قراءة النتائج:

إذا كانت القيمة الاحتمالية p-value أقل من مستوى الدلالة (0.05 عادة) نرفض الفرضية الصفرية ونقر بأنه يوجد عدم تجانس التباين. أما إذا كانت القيمة الاحتمالية p-value أكبر من مستوى الدلالة نقبل الفرضية الصفرية ونقر بأن هناك تجانس التباين

ملاحظة: نلاحظ وجود إحصائية ثالثة ضمن نتائج هذا الاختبار بالإضافة إلى الإحصائيتين السابقتين وهي Scaled Explained SS وهي تعني مجموع المربعات المفسر المعدل وهي تعتمد بشكل أساسي على البواقي المربعة المفسرة فقط وتستخدم كإحصائية بديلة إذا كانت احصائية Obs*R-squared تعطي نتائج مشكوك فيها أو غير موثوقة أو عندما تكون هناك شكوك حول جودة التقديرات.

مما سبق لدينا القيمة الاحتمالية المحسوبة لفيشر تساوي 0.01 أقل من 0.05، كما لدينا القيمة الاحتمالية المحسوبة لكاي تربيع تساوي 0.01 أقل من 0.05، كما لدينا القيمة الاحتمالية المحسوبة لـ Scaled Explained SS تساوي 0.01 أقل من 0.05 ومنه نرفض الفرضية الصفرية ونقول أن البواقي ذات تباين غير متجانس (تباين مختلف).

ملاحظة: مما سبق لدينا القيمة الاحتمالية المحسوبة لفيشر تساوي 0.018 أكبر من 0.01، كما لدينا القيمة الاحتمالية المحسوبة لكاي تربيع تساوي 0.019 أكبر من 0.01، كما لدينا القيمة الاحتمالية المحسوبة لـ Scaled Explained SS تساوي 0.013 أكبر من 0.01 ومنه نقبل الفرضية الصفرية ونقول إن البواقي ذات تباين متجانس عند مستوى المعنوية 1.%

3-التوزيع الطبيعي للبواقي Normality test

التوزيع الطبيعي للبواقي في الانحدار الخطي هو افتراض أساسي لضمان دقة التقديرات واختبارات الفرضيات ويعني التوزيع الطبيعي للبواقي أن قيم البواقي يجب أن تكون موزعة بشكل متماثل حول الصفر (القيمة المتوسطة) مع انحراف معياري ثابت. في برنامج Eviews يمكن الكشف عن مشكلة التوزيع الطبيعي باستخدام عدة طرق مثل الرسم البياني والاختبارات الإحصائية نذكر من بينها:

1.اختبار جارك-بيرا Jarque-Bera Test

وهو اختبار إحصائي يستخدم لاختبار ما إذا كانت البواقي في نموذج الانحدار تتبع التوزيع الطبيعي. يعتمد هذا الاختبار على تقييم التماثل skewness والتفرطح kurtosis للبيانات. إذا كانت البيانات تتبع التوزيع الطبيعي، فإن التماثل والتفرطح يجب أن يكونا قريبين من القيم التي يتوقعها التوزيع الطبيعي: تماثل قريب من 0 وتفرطح قريب من 3

ولاختبار ما إذا كانت البواقي تتبع التوزيع الطبيعي نشكل فرضيات الاختبار كالتالي:

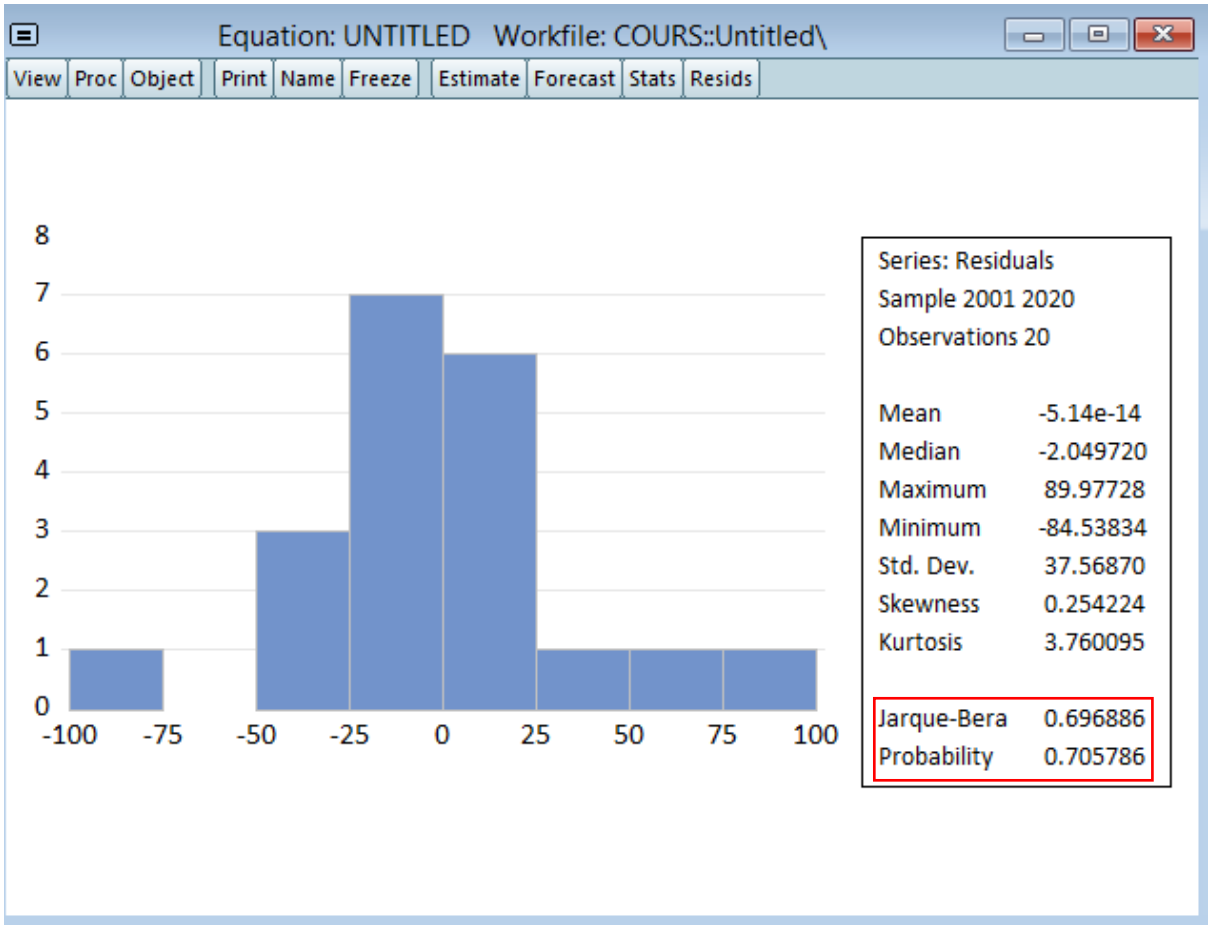
H_0: البواقي تتبع التوزيع الطبيعي

H_1: البواقي لا تتبع التوزيع الطبيعي

للكشف عن التوزيع الطبيعي للبواقي باستخدام اختبار جارك-بيرا Jarque-Bera Test في برنامج Eviews نتبع نفس الخطوات السابقة حيث وبعد تقدير النموذج ننتقل إلى نافذة النتائج من هناك نختار:

View→ Residual Diagnostics → histogram-normality test

فتظهر لنا نتائج اختبار جارك-بيرا كما هو موضح فيما يلي:



قراءة النتائج:

إذا كانت القيمة الاحتمالية p-value أقل من مستوى الدلالة (0.05 عادة) نرفض الفرضية الصفرية ونقر بأن البواقي لا تتوزع طبيعيا. أما إذا كانت القيمة الاحتمالية p-value أكبر من مستوى الدلالة نقبل الفرضية الصفرية ونقر بأن البواقي تتوزع طبيعيا.

مما سبق لدينا القيمة الاحتمالية المحسوبة لجارك بيار تساوي 0.70 أكبر من 0.05، ومنه نقبل الفرضية الصفرية ونقول أن البواقي تتبع التوزيع الطبيعي.

4- اختبار الشكل الدالي Ramsey Reset Test

يساعد هذا الاختبار في معرفة مدى ملائمة تحديد أو تصميم النموذج المقدر من حيث نوع الشكل الدالي لهذا النموذج بمعنى أخر فإن هذا الاختبار يوضح أن النموذج يعاني أو لا يعاني من مشكلة عدم ملائمة الشكل الدالي.

حيث يمكن صياغة فرضيات الاختبار كالتالي:

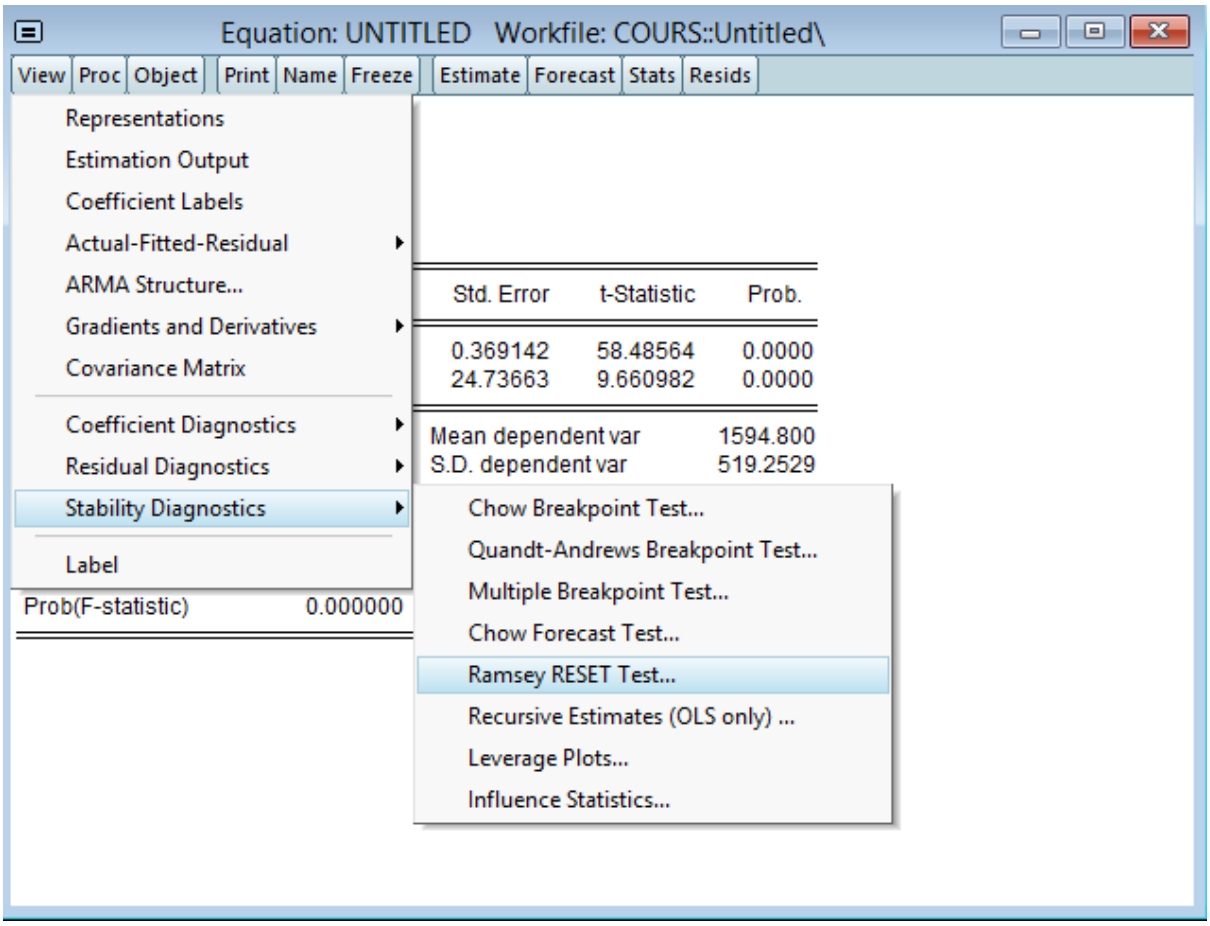
H_0: لا تعاني الدالة من مشكلة عدم التحديد

H_1: تعاني الدالة من مشكلة عدم التحديد

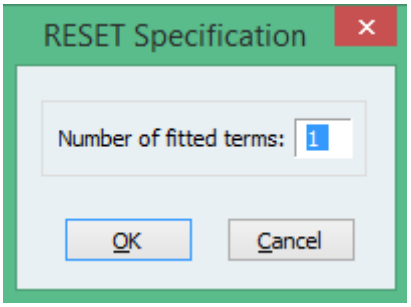
يتم قبول الفرضية الصفرية في حالة القيم الاحتمالية أكبر من مستويات المعنوية المعروفة، والعكس صحيح.

للحصول على هذا الاختبار في البرنامج نتبع الخطوات التالية:

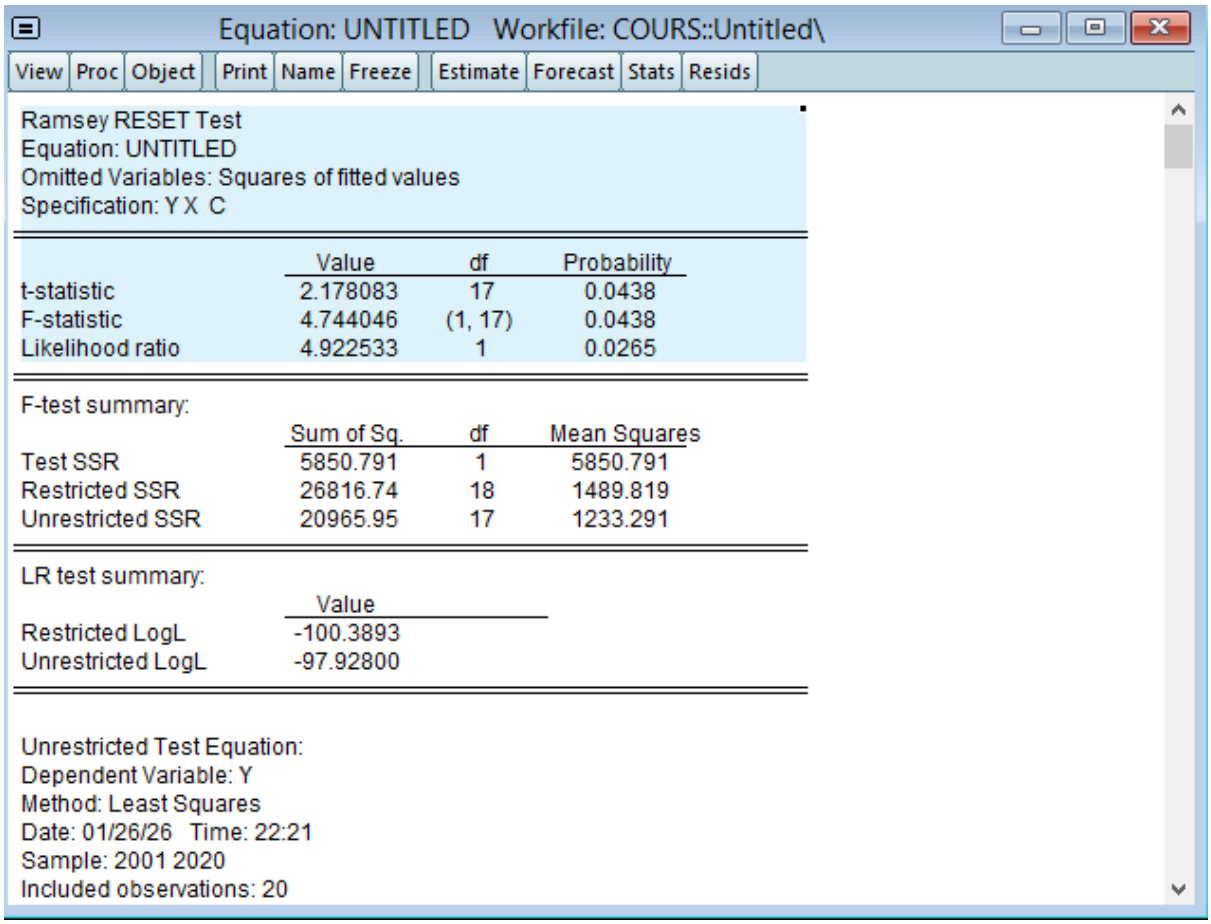
View→ Stability Diagnostics → Ramsey Reset Test



تظهر لنا النافذة التالية نحدد فيها قيمة عدد الحدود المقدرة



بعدها نضغط على ok فتظهر لنا نافذة نتائج الاختبار



قراءة النتائج:

إذا كانت القيمة الاحتمالية p-value أقل من مستوى الدلالة (0.05 عادة) نرفض الفرضية الصفرية ونقبل الفرضية البديلة ونقر بأنه يوجد مشكل عدم التحديد في الدالة. أو نقول بأن الشكل الدالي للنموذج غير مقبول. أما إذا كانت القيمة الاحتمالية p-value أكبر من مستوى الدلالة نقبل الفرضية الصفرية ونقر بأن الشكل الدالي للنموذج مقبول.

مما سبق لدينا القيمة الاحتمالية المحسوبة لستيودنت 0.04 اقل من 0.05، كما لدينا القيمة الاحتمالية المحسوبة لفيشر تساوي 0.04 أقل من 0.05، كما لدينا القيمة الاحتمالية المحسوبة لـ Likelihood ratio تساوي 0.02 أقل من 0.05 ومنه نرفض الفرضية الصفرية ونقول أن الشكل الدالي للنموذج المقدر غير مقبول.

ملاحظة: في حالة تغيير قيمة عدد الحدود المقدرة في النافذة رقم 1(مثلا 2 او 3) فان مخرجات الاختبار سوف تتغير ونحصل فقط على القيمة الاحتمالية المحسوبة لكل من فيشر و Likelihood ratio، نركز هنا في قبول أو رفض الفرضية الصفرية على القيمة الاحتمالية المحسوبة لفيشر.

ملاحظة 2: مما سبق لدينا القيمة الاحتمالية المحسوبة لستيودنت 0.04 أكبر من 0.01، كما لدينا القيمة الاحتمالية المحسوبة لفيشر تساوي 0.04 أكبر من 0.01، كما لدينا القيمة الاحتمالية المحسوبة لـ Likelihood ratio تساوي 0.02 أكبر من 0.01 ومنه نقبل الفرضية الصفرية ونقول أن الشكل الدالي للنموذج المقدر مقبول عند مستوى المعنوية 1%

5-اختبار التعدد الخطي

الازدواج أو التعدد الخطي Multicollinearity هو مشكلة تحدث في نماذج الانحدار المتعدد عندما يكون هناك ارتباط قوي بين اثنين أو أكثر من المتغيرات المستقلة Independent Variables في النموذج، بمعنى آخر تكون بعض المتغيرات المستقلة في النموذج متداخلة في تفسيرها لتغيرات المتغير التابع Dependent Variable. في برنامج Eviews يمكن الكشف عن مشكلة الازدواج الخطي باستخدام عدة طرق متاحة في البرنامج نذكر من بينها:

1. تحليل مصفوفة الارتباط Correlation Matrix

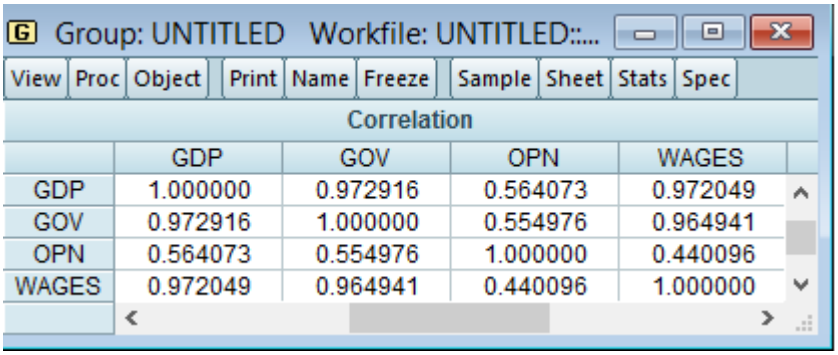
حيث عندما نقوم بفتح ورقة العمل Workfile التي تحتوي على البيانات نحدد المتغيرات المستقلة التي تريد تحليلها ثم بالنقر على الزر الأيمن للفأرة نقوم بفتحها باستخدام open as group من القائمة نختار:

View→ Covariance Analysis → Correlation Matrix

إذا وجدت قيم معامل الارتباط بين المتغيرات المستقلة قريبة من 1 أو 1-، فهذا يشير إلى احتمال وجود ازدواج أو ارتباط خطي.

- **مثال:**

نفرض لدينا نموذج متعدد يتكون من متغير تابع ما، مع 4 متغيرات مستقلة وهي الناتج المحلي الإجمالي، الكتلة الأجرية، الإنفاق الحكومي، الانفتاح التجاري، من أجل معرفة إذا كان هناك تعدد خطي بين هذه المتغيرات المستقلة نقوم باستخراج مصفوفة الارتباط بينها، النتائج موضحة كما يلي:



Group: UNTITLED Workfile: UNTITLED::...

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Sample | Sheet | Stats | Spec

Correlation

	GDP	GOV	OPN	WAGES
GDP	1.000000	0.972916	0.564073	0.972049
GOV	0.972916	1.000000	0.554976	0.964941
OPN	0.564073	0.554976	1.000000	0.440096
WAGES	0.972049	0.964941	0.440096	1.000000

قراءة النتائج:

يمكن القول بإمكانية وجود ارتباط خطي بين كل من الناتج المحلي الإجمالي مع الإنفاق الحكومي لان معامل الارتباط بينها يساوي 0.9729 وهي قيمة مرتفعة نوعا ما وتقترب من 1، كما يمكن القول بوجود ارتباط خطي بين الناتج المحلي الإجمالي مع الكتلة الأجرية لأن معامل الارتباط بينهما يساوي 0.9720 وهي قيمة مرتفعة نوعا وتقترب من 1 .

كما يمكن القول أيضا بوجود ارتباط خطي بين الإنفاق الحكومي مع الكتلة الأجرية لأن معامل الارتباط بينهما يساوي 0.964 وهي قيمة مرتفعة نوعا وتقترب من 1.

للتأكد من وجود أو عدم وجود مشكلة التعدد الخرطي نستعين بمعامل تخضم التباين

2. معامل تضخم التباين Variance Inflation Factor (VIF)

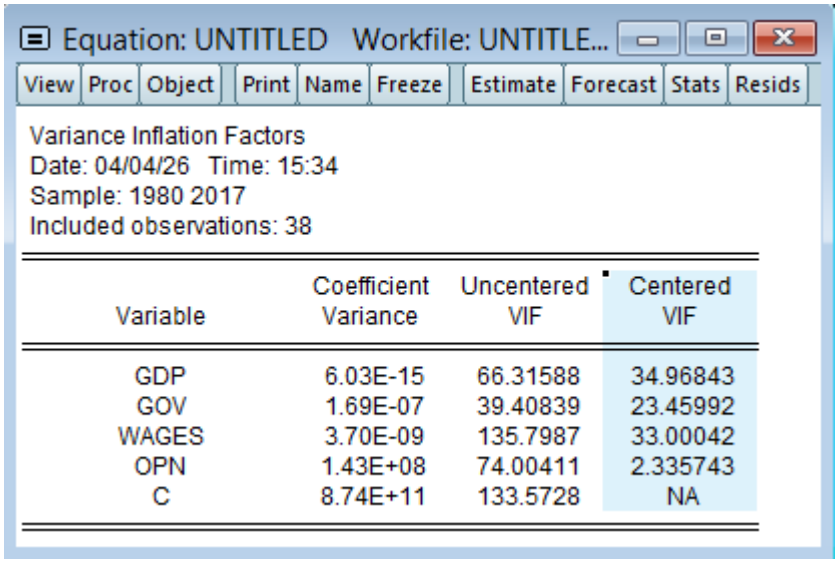
يتم حسابه لكل متغير مستقل باستخدام الصيغة التالية : $VIF = \frac{1}{(1-R^2)}$ ، إذا كانت قيمةVIF>10 (هناك من يستخدم VIF>5) فهناك ازدواج أو ارتباط خطي والعكس صحيح.

- **الطريقة الأولى لحساب معامل تضخم التباين**

للكشف عن مشكل الازدواج الخطي باستخدام معامل تضخم التباين في برنامج Eviews وبعد تقدير النموذج الذي يربط بين العمالة كمتغير تابع مثلا، مع كل من الناتج المحلي الإجمالي، الإنفاق الحكومي، الكتلة الأجرية والانفتاح التجاري كمتغيرات مستقلة، ننتقل إلى نافذة النتائج من هناك نختار:

View→ Coefficient Diagnostics → Variance Inflation Factors (VIFs)

فتظهر لنا النتائج كما هو موضح فيما يلي:


Equation: UNTITLED Workfile: UNTITLE...

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Variance Inflation Factors
Date: 04/04/26 Time: 15:34
Sample: 1980 2017
Included observations: 38

Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
GDP	6.03E-15	66.31588	34.96843
GOV	1.69E-07	39.40839	23.45992
WAGES	3.70E-09	135.7987	33.00042
OPN	1.43E+08	74.00411	2.335743
C	8.74E+11	133.5728	NA

قراءة النتائج:

نلاحظ أن قيمة VIF بالنسبة لمتغير الانفتاح التجاري OPN تساوي 2.33 وهي قيمة اقل من 10، ومنه يمكن القول بأن هذا المتغير ليس مرتبط خطيا مع باقي المتغيرات المستقلة الأخرى (لا يعاني من مشكلة التعدد الخطي).

بينما نلاحظ أن قيمة VIF بالنسبة لباقي المتغيرات تساوي 23.45 و 34.96 و 33 وهي أكبر من 10 ومنه يمكن القول بوجود مشكلة التعدد الخطي للمتغيرات: الإنفاق الحكومي GOV ، الناتج الجمالي GDP ، الأجور WAGES مثنى مثنى على التوالي

- **الطريقة الثانية لحساب معامل تضخم التباين**

نفرض لدينا نموذج متعدد يتكون من متغير تابع ما (العمالة مثلا)، مع 4 متغيرات مستقلة وهي الناتج المحلي الإجمالي، الكتلة الأجرية، الإنفاق الحكومي، الانفتاح التجاري، من أجل معرفة اذا كان هناك تعدد خطي بين هذه المتغيرات المستقلة باستخدام معامل تضخم التباين نقوم بما يلي:

- نقدر النموذج الأول بين المتغيرات المستقلة فقط ونختار الناتج المحلي الإجمالي كمتغير تابع. ثم نحسب معامل تضخم التباين بواسطة $VIF = \frac{1}{(1-R^2)}$. حيث R^2 هو معامل التحديد في النموذج المقدر
- نعيد العملية كل مرة ولكن نستبدل في كل مرة المتغير التابع من باقي المتغيرات المستقلة، ثم نسجل قيم VIF وهكذا لنحصل على القيم جميعها

المتغير التابع (من المتغيرات المستقلة)	GDP	GOV	WAGES	OPN
قيمة R^2	0.971	0.957	0.969	0.571
قيمة VIF	34.96	23.45	33.00	2.33

- **للتخلص من مشكلة تعدد العلاقات الخطية في النموذج المقدر:**

- يكفي حذف أحد المتغيرات المرتبطة خطيا من التقدير.
- تحويل المتغيرات ذات الارتباط الخطي المرتفع إلى متغير جديد (جمعها او ضربها او نسبة)
- جمع المزيد من البيانات أو التقليل من حجم العينة
- إدخال الصيغة اللوغاريتمية على المتغيرات

جدول ملخص للمشاكل القياسية، أسبابها وطرق إزالتها

المشكلة	شيوع المشكلة	الأسباب	الطريقة الرسمية للتحقق من وجودها	الطريقة غير الرسمية للتحقق من وجودها	طرق علاجها
تعدد العلاقات الخطية (Multicollinearity)	في البيانات المقطعية وبيانات السلاسل الزمنية	وجود علاقة خطية بين المتغيرات المستقلة	– مصفوفة الارتباط (Correlation matrix) – إجراء انحدار ما بين المتغيرات المستقلة ثم حساب معامل تضخم المتغير VIF	الرسم البياني للبواقي يظهر قيمة خارجية (outliers)أو أكثر	– إضافة متغيرات جديدة ذات علاقة بالنموذج – زيادة عدد المشاهدات
الارتباط الذاتي (Autocorrelation)	بيانات السلاسل الزمنية	وجود علاقة ما بين قيمة المشاهدة في الزمن t وقيمة المشاهدة في الزمن t−1	– اختبار Durbin–Watson – اختبار LM (Lagrange Multiplier)	التمثيل البياني للبواقي يظهر نتائج موجبة أو سالبة بين المشاهدات	بأخذ الفرق الأول لكل جانبي المعادلة ثم إجراء الانحدار للمعادلة الجديدة
عدم ثبات التباين (Heteroscedasticity)	البيانات المقطعية	تغيرات في تباين البواقي خلال الزمن	– اختبار White – اختبار Goldfeld–Quandt	التمثيل البياني للبواقي يظهر تباينًا أوسع كلما تحركت المشاهدات من الأصل إلى اليمين	إجراء الانحدار باستخدام اللوغاريتمات
الخطية أو الطبيعية (Normality)	في البيانات المقطعية وبيانات السلاسل الزمنية	توصيف خاطئ للنموذج	اختبار Jarque–Bera	الرسم البياني للبواقي يظهر توزيعًا غير طبيعي	– إضافة متغيرات أخرى ذات علاقة بالنموذج – استخدام عينات ذات حجم أكبر

تمرين تطبيقي رقم 6

باستعمال بيانات التمرين رقم 5، قم بما يلي:

1. قدر معادلة الانحدار المتعدد للكمية بدلالة باقي المتغيرات.
2. ادرس التوزيع الطبيعي للبواقي
3. ادرس تجانس تباين البواقي مستعملا اختبارين مختلفين
4. ادرس الارتباط الذاتي للبواقي مستعملا اختبارين مختلفين (عند 0.05 و n=15 و k=3 نجد: $d_U = 1.75$ و $d_L = 0.814$)
5. هل الشكل الدالي للنموذج مقبول؟
6. هل توجد مشكلة التعدد الخطي بين المتغيرات المستقلة (استعمل اختبارين مختلفين)؟ بين المتغيرات المترابطة خطيا، ثم حاول حل هذه المشكلة

المحور السابع: دراسة استقرارية السلاسل الزمنية

قبل البدء في تحليل تقلبات أي ظاهرة اقتصادية، من الضروري التحقق أولًا من طبيعة السلسلة الزمنية وما إذا كانت تحتوي على اتجاه عام واضح. فوجود اتجاه عام يعني أن قيم السلسلة تميل إلى الارتفاع أو الانخفاض بمرور الزمن، وهو ما يؤثر بشكل مباشر على خصائصها الإحصائية. وبناءً على سلوك النمو عبر الزمن، يمكن التمييز بين نوعين رئيسيين من السلاسل الزمنية: سلاسل زمنية مستقرة (Stationary Time Series) وسلاسل زمنية غير مستقرة .(Non-Stationary Time Series) هذا التمييز ليس مجرد تصنيف نظري، بل يُعد خطوة أساسية لأنها تحدد الإطار المنهجي والتقنيات المناسبة للتقدير والتنبؤ، بل إن بعض الباحثين يبنون تصنيف نماذج التوقع أصلًا على أساس استقرار السلسلة من عدمه.

تُعرَّف السلسلة الزمنية المستقرة بأنها تلك التي تتذبذب قيمها حول متوسط حسابي ثابت تقريبًا عبر فترة زمنية طويلة نسبيًا، مع بقاء التباين وبنية الارتباط الذاتي مستقرين أيضًا. بمعنى آخر، لا يظهر في هذه السلسلة اتجاه عام نحو الزيادة أو النقصان، وإنما تتحرك القيم في نطاق محدد حول مستوى توازني. أما السلسلة الزمنية غير المستقرة فهي التي يتغير متوسطها بمرور الزمن، وقد يظهر فيها اتجاه تصاعدي أو تنازلي واضح، أو تقلبات متزايدة، مما يجعل خصائصها الإحصائية غير ثابتة ويصعّب عملية النمذجة المباشرة دون إجراء تحويلات مسبقة.

وعند دراسة أي سلسلة زمنية، يصبح من الضروري تحديد ما إذا كانت مستقرة في مستواها الأصلي أو أنها تصبح مستقرة بعد إجراء فروق(Differencing) ، مثل الفرق الأول أو الثاني. هذه الخطوة أساسية لأنها تضمن صحة النماذج القياسية المستخدمة لاحقًا، وتمنع الوقوع في نتائج مضللة. وللتحقق من خاصية الاستقرار، طُوِّرت مجموعة من الاختبارات الإحصائية المعروفة باختبارات جذر الوحدة(Unit Root Tests) ، ومن أبرزها اختبار ديكي–فولر المطور(Augmented Dickey-Fuller: ADF) ، واختبار فيليبس–بيرون (Phillips-Perron: PP)، بالإضافة إلى اختبارKPSS ، حيث يكمل كل اختبار الآخر ويوفر زوايا مختلفة لتقييم استقرار السلسلة. استخدام هذه الاختبارات معًا يمنح الباحث صورة أكثر دقة حول طبيعة السلسلة الزمنية ويساعده على اختيار النموذج التنبؤي الأنسب.

1-اختبار ديكي فولر

يتم اختبار الفرضيات التالية :

$H_0: \emptyset = 1$ السلسلة لها جذر وحدة و ليست مستقرة

$H_1: \emptyset < 1$ السلسلة ليس لها جذر وحدة و مستقرة

حيث يتم عمل الاختبار على ثلاث نماذج هي:

- النموذج الأول None يكتب بدون الحد الثابت والاتجاه العام: $y_t = \emptyset y_{t-1} + \varepsilon_t$
- النموذج الثاني Intercept يكتب مع القاطع أو الحد الثابت: $y_t = \emptyset y_{t-1} + c + \varepsilon_t$
- النموذج الثالث Trend and intercept يكتب مع الحد الثابت والاتجاه العام :

$$y_t = \emptyset y_{t-1} + c + bt + \varepsilon_t$$

في حالة كانت جميع النماذج الثلاثة مستقرة أي تم فيها رفض الفرضية الصفرية نقول بأن السلسلة الأصلية مستقرة في المستوى أو متكاملة في الدرجة صفر I(0)

في حالة كانت جميع النماذج غير مستقرة أو كان واحد منها على الأقل غير مستقر، أي تم فيها قبول الفرضية الصفرية، يتم عمل الفروقات الأولى للسلسلة الأصلية ثم إعادة اختبار الاستقرارية للنماذج الثلاث السابقة من جديد.

اذا أظهرت اختبارات الاستقرارية لسلسة الفروقات الأولى للنماذج الثلاثة جميعا بأنها مستقرة (تم رفض الفرضية الصفرية فيها) نقول أن السلسلة مستقرة في الفرق الأول أو متكاملة في/من الدرجة الأولى I(1)

اذا أظهرت اختبارات الاستقرارية لسلسة الفروقات الأولى بأن النماذج الثلاثة غير مستقرة أو كان واحد منها على الأقل غير مستقر (تم قبول الفرضية الصفرية فيها) نقوم بحساب سلسلة الفروقات الثانية للسلسة الأصلية ثم نعيد اختبار الاستقرارية مرة أخرى للنماذج الثلاثة السابقة.

في حالة كانت سلسلة الفروقات الثانية مستقرة (تم رفض الفرضية الصفرية فيها لجميع النماذج الثلاثة) نقول بأن السلسلة مستقرة في الفرق الثاني أو متكاملة في/من الدرجة الثانية I(2)

عادة معظم السلاسل تكون مستقرة في المستوى، أو في الفرق الأول أو في الفرق الثاني

1.طريقة قبول أو رفض الفرضية الصفرية

يتم قبول الفرضية الصفرية (السلسلة غير مستقرة) في حالة القيمة الاحتمالية المحسوبة (Prob value) لاختبار ADF اكبر من مستويات المعنوية (10%, 5%, 1%) . والعكس صحيح، أي يتم قبول الفرضية البديلة (السلسلة مستقرة) في حالة القيمة الاحتمالية المحسوبة (Prob value) لاختبار ADF أقل من مستويات المعنوية (10%, 5%, 1%)

يتم قبول الفرضية الصفرية (السلسلة غير مستقرة) في حالة القيمة المحسوبة لاختبار ADF_c أكبر من القيمة الجدولية أو الحرجة لاختبار ADF_t أو ($|ADF_c| < |ADF_t|$). والعكس صحيح، أي يتم قبول الفرضية البديلة (السلسلة مستقرة) في حالة القيمة المحسوبة لاختبار ADF_c أقل من القيمة الجدولية أو الحرجة لاختبار ADF_t أو ($|ADF_c| > |ADF_t|$)

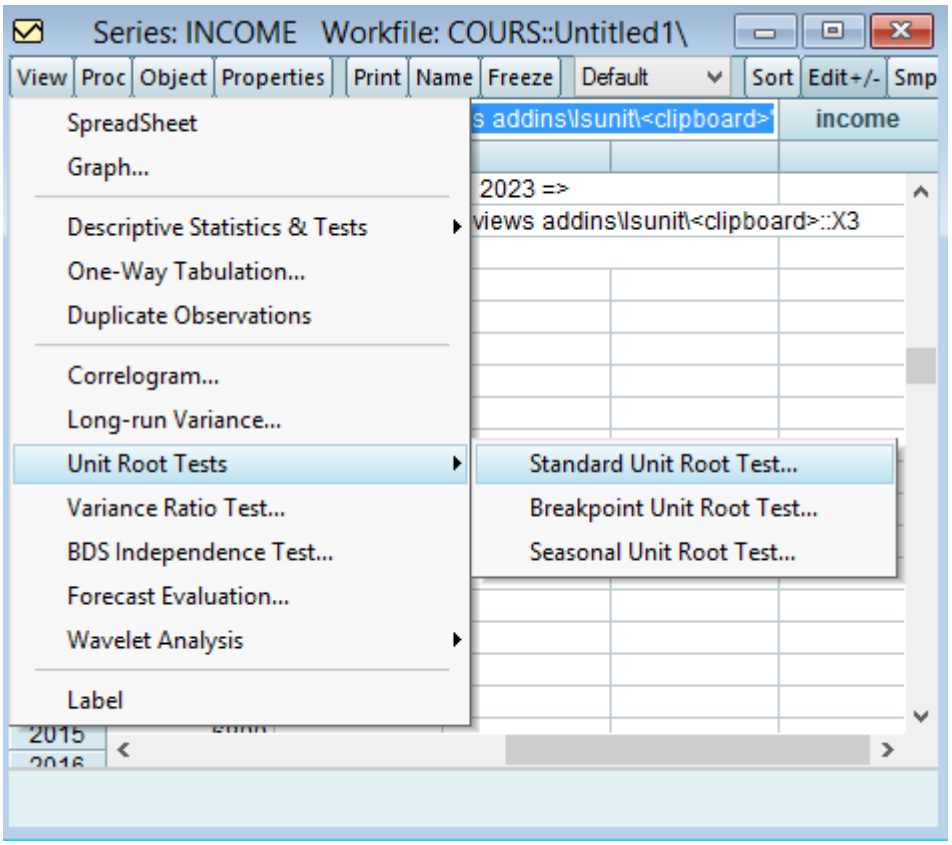
2.مثال تطبيقي لاختبار ديكي فولر

لتكن لدينا البينات التالية الخاصة بمتغير الدخل income، نحاول تطبيق اختبار ADF عليها

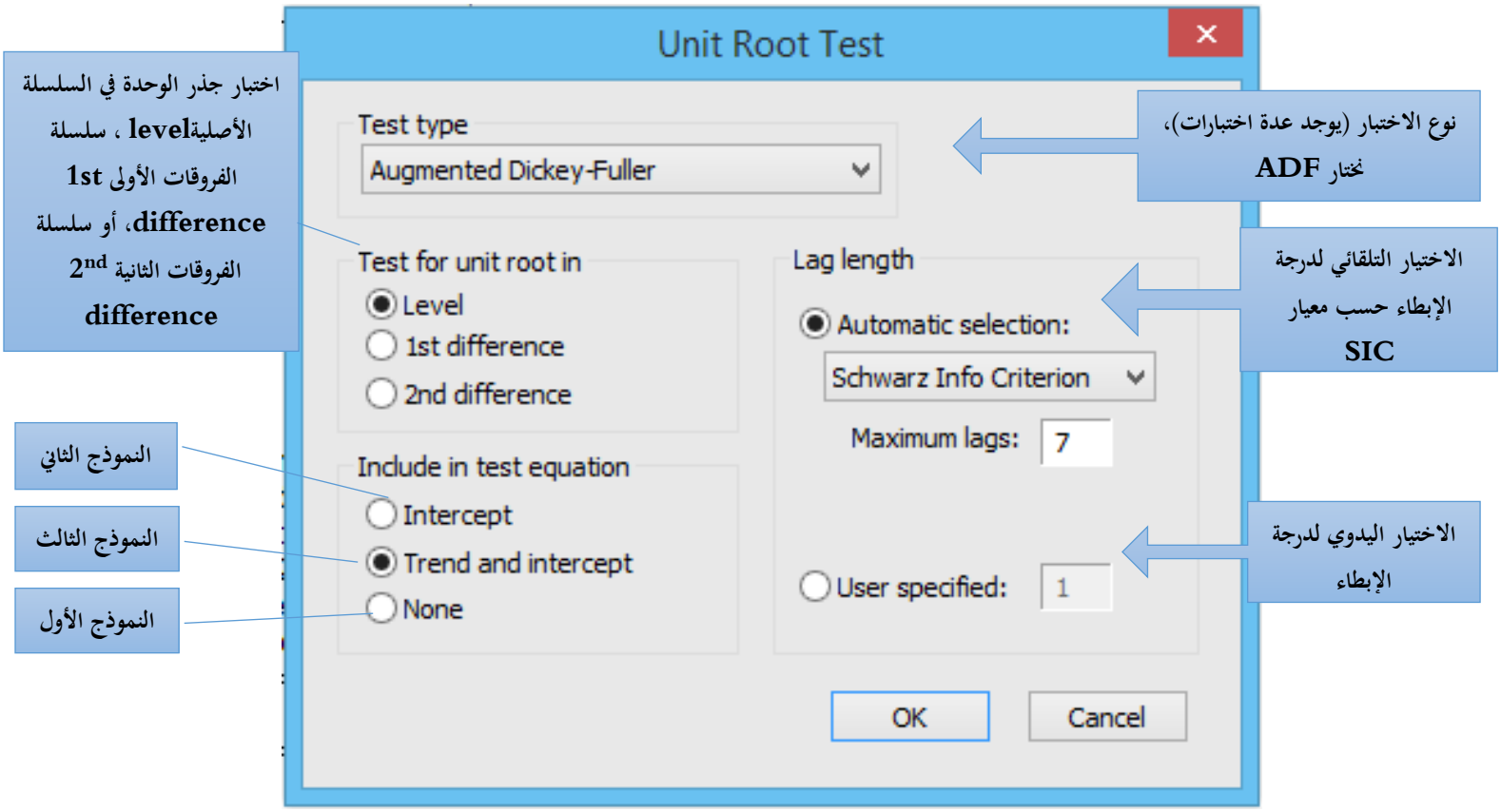
السنة	الدخل	السنة	الدخل
2001	4800	**2011**	5200
2002	5600	**2012**	6100
2003	4300	**2013**	4800
2004	6900	**2014**	7500
2005	6200	**2015**	6800
2006	4000	**2016**	4300
2007	7700	**2017**	8200
2008	5200	**2018**	5600
2009	8500	**2019**	9100
2010	4500	**2020**	4700

من أجل دراسة استقرارية السلسلة الزمنية للمتغير income في برنامج Eviews نفتح السلسة ثم نختار:

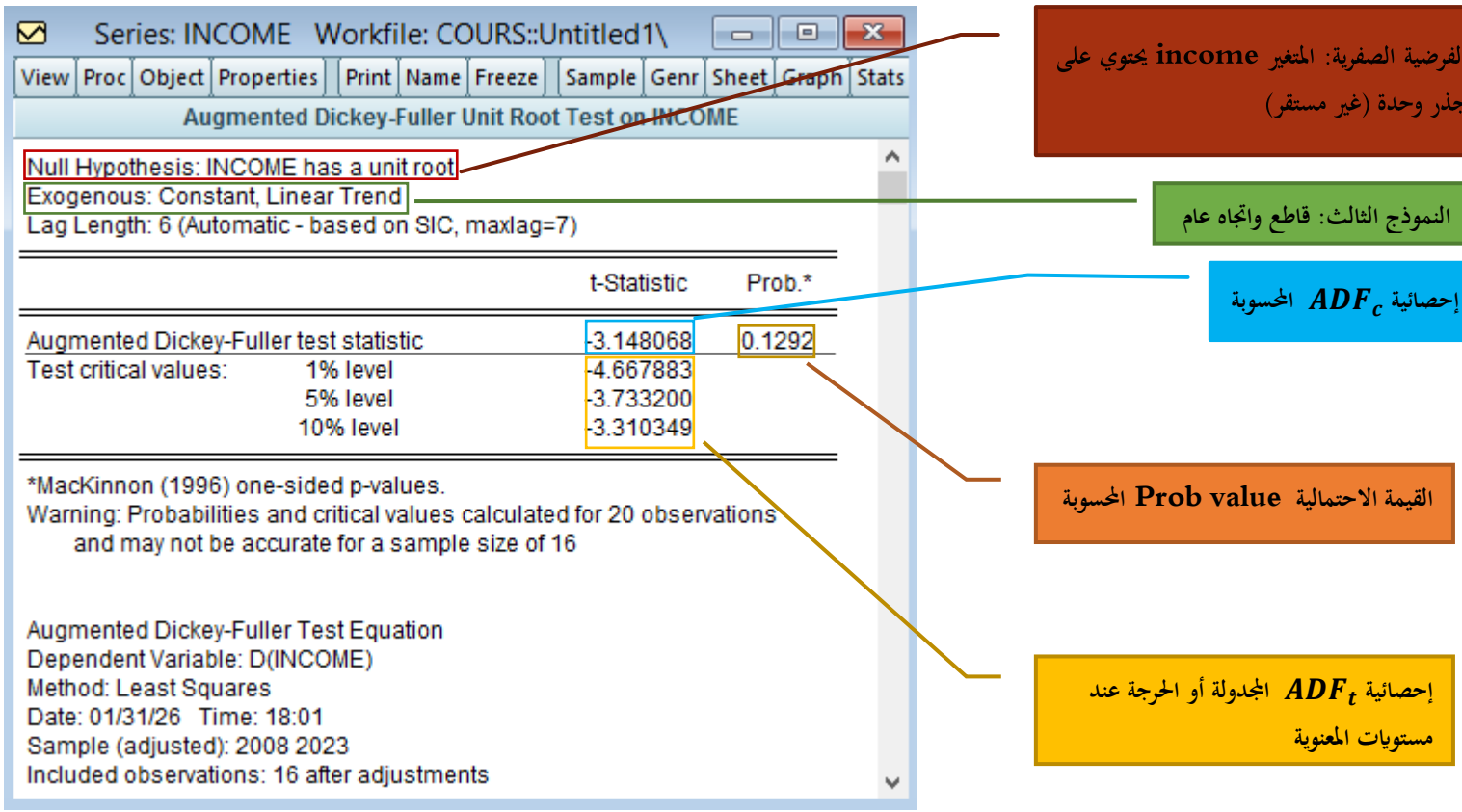
View→ Unit Root Tests → Standard Unit Root Test



تظهر لنا النافذة التالية



نختار الاختبار Augmented Dickey-Fuller ثم نختار Level وهي تعني أننا ندرس استقرارية السلسلة الأصلية أو في المستوى، ثم من الأفضل أن نختار تعيين درجة الإبطاء تلقائيا عبر البرنامج Automatic selection حسب معيار SIC (يمكن اختيار معيار اخر مثل AIC)، ثم نختار نوع النموذج ومن الأفضل البدء من النموذج الثالث Trend and intercept ثم نضغط على ok فتظهر لنا المخرجات التالية:



قراءة النتائج

نلاحظ أن القيمة الاحتمالية المحسوبة (Prob value) لاختبار ADF تساوي 0.129 وهي اكبر من مستويات المعنوية (10%, 5%, 1%) اذا نقبل الفرضية الصفرية ونقول أن السلسلة تحتوي على جذر وحدة وهي ليست مستقرة

نلاحظ أن القيمة المحسوبة لاختبار ADF_c تساوي 3.14- وهي أكبر من القيم الجدولية أو الحرجة لاختبار ADF_t أي 4.66- ;3.73- ;3.31- على التوالي عند مستويات المعنوية (الأقرب للصفر هو الأكبر في الأعداد السالبة)

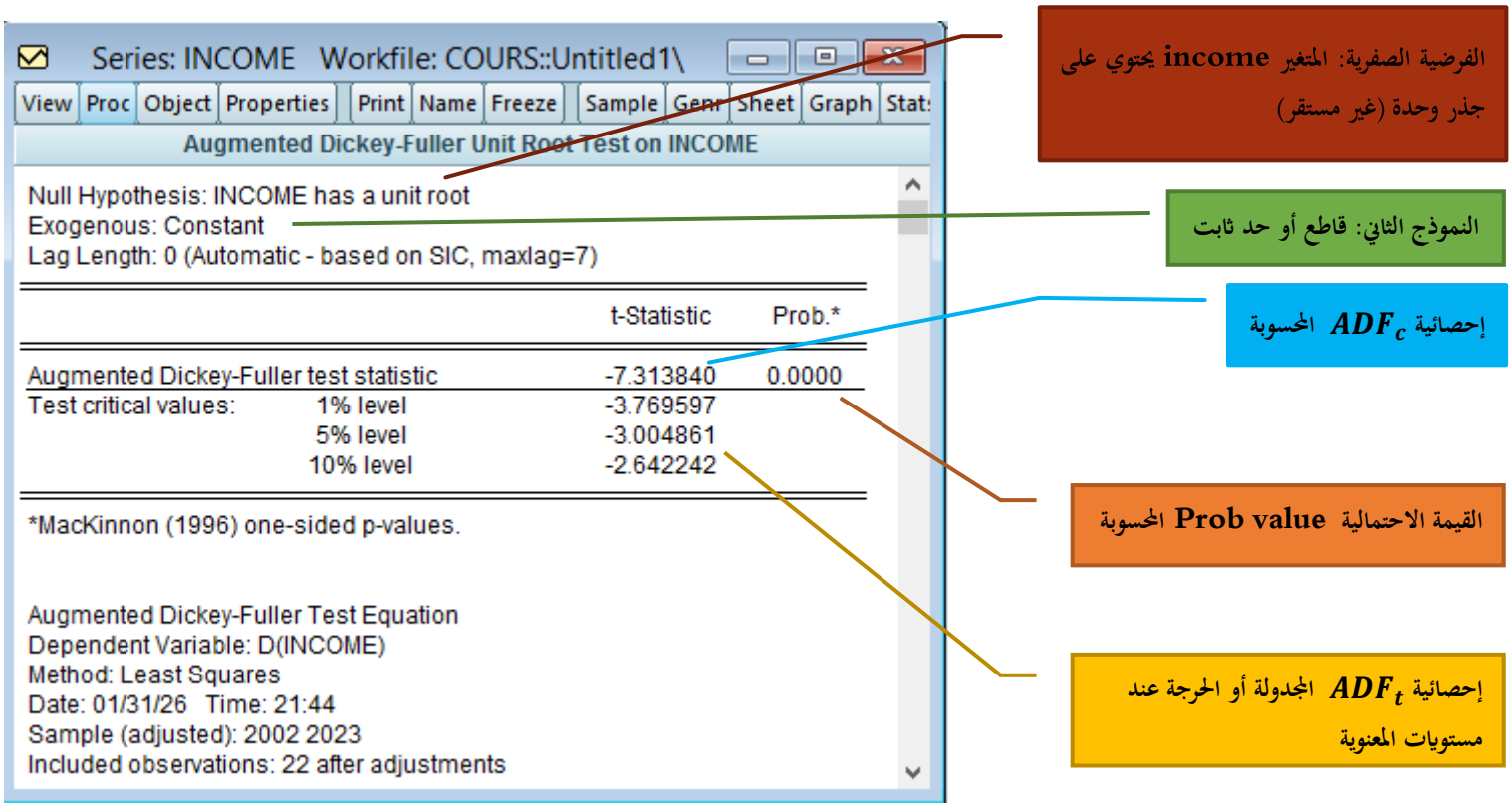
نلاحظ أن القيمة المحسوبة لاختبار ADF_c تساوي 3.14 بالقيمة المطلقة وهي أقل من القيم الجدولية أو الحرجة لاختبار ADF_t بالقيمة المطلقة أي 4.66 ;3.73 ;3.31 على التوالي عند مستويات المعنوية ومنه نقبل الفرضية الصفرية ونقول بأن السلسلة تحتوي على جذر وحدة وهي ليست مستقرة، لأنه لدينا:

$$|ADF_c = -3.14| = 3.14 < |ADF_t = -3.31| = 3.31$$

$$|ADF_c = -3.14| = 3.14 < |ADF_t = -3.73| = 3.73$$

$$|ADF_c = -3.14| = 3.14 < |ADF_t = -4.66| = 4.66$$

بما أن السلسلة غير مستقر في النموذج الثالث (مع وجود قاطع واتجاه عام) نعيد الاختبار من جديد ولكن في هذه المرة نغير النموذج ونختار النموذج الثاني (مع وجود القاطع) intercept، ونترك باقي الخيارات على حالها ثم نضغط على ok فتظهر لنا المخرجات التالية:



قراءة النتائج

نلاحظ أن القيمة الاحتمالية المحسوبة (Prob value) لاختبار ADF تساوي 0.000 وهي أقل من مستويات المعنوية (10%, 5%, 1%) اذا نرفض الفرضية الصفرية ونقول أن السلسلة لا تحتوي على جذر وحدة وهي مستقرة

نلاحظ أن القيمة المحسوبة لاختبار ADF_c تساوي 7.31- وهي أقل من القيم الجدولية أو الحرجة لاختبار ADF_t أي 3.76- ;3.00- ;2.64- على التوالي عند مستويات المعنوية (الأقرب للصفر هو الأكبر في الأعداد السالبة)

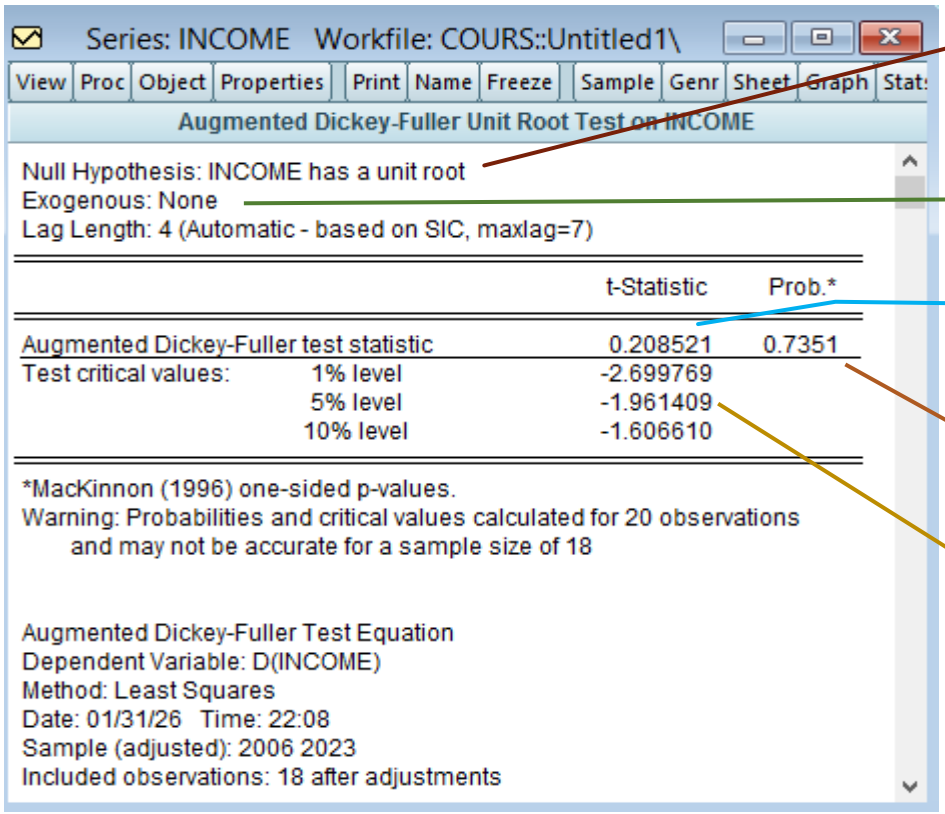
نلاحظ أن القيمة المحسوبة لاختبار ADF_c تساوي 7.31 بالقيمة المطلقة وهي أكبر من القيم الجدولية أو الحرجة لاختبار ADF_t بالقيمة المطلقة أي أكبر من 3.76 ;3.00 ;2.64 على التوالي عند مستويات المعنوية ومنه نرفض الفرضية الصفرية ونقول بأن السلسلة لا تحتوي على جذر وحدة وهي مستقرة، لأنه لدينا:

$$|ADF_c = -7.31| = 7.31 > |ADF_t = -3.76| = 3.76$$

$$|ADF_c = -7.31| = 7.31 > |ADF_t = -3.00| = 3.00$$

$$|ADF_c = -7.31| = 7.31 > |ADF_t = -2.64| = 2.64$$

لدينا السلسلة مستقر في النموذج الثاني (مع وجود قاطع) نعيد الاختبار من جديد، ولكن في هذه المرة نغير النموذج ونختار النموذج الأول (بدون الحد الثابت والاتجاه العام) None، ونترك باقي الخيارات على حالها ثم نضغط على ok فتظهر لنا المخرجات التالية:



الفرضية الصفرية: المتغير income يحتوي على جذر وحدة (غير مستقر)

النموذج الأول: بدون حد ثابت واتجاه عام

إحصائية ADF_c المحسوبة

القيمة الاحتمالية Prob value المحسوبة

إحصائية ADF_t المجدولة أو الحرجة عند مستويات المعنوية

قراءة النتائج

نلاحظ أن القيمة الاحتمالية المحسوبة (Prob value)لاختبار ADF تساوي 0.73 وهي أكبر من مستويات المعنوية (10%, 5%, 1%) اذا نقبل الفرضية الصفرية ونقول أن السلسلة تحتوي على جذر وحدة وهي ليست مستقرة

نلاحظ أن القيمة المحسوبة لاختبار ADF_c تساوي 0.20 وهي أكبر من القيم الجدولية أو الحرجة لاختبار ADF_t أي -2.69 ;-1.96 ;-1.604 على التوالي عند مستويات المعنوية

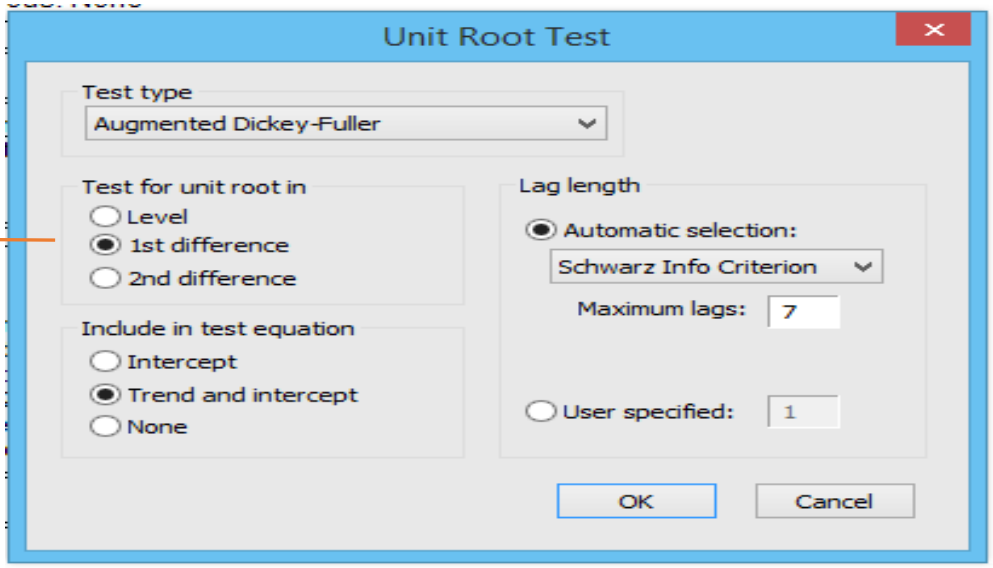
نلاحظ أن القيمة المحسوبة لاختبار ADF_c تساوي 0.20 بالقيمة المطلقة وهي أقل من القيم الجدولية أو الحرجة لاختبار ADF_t بالقيمة المطلقة أي أقل من 2.69 ;1.96 ;1.60 على التوالي عند مستويات المعنوية ومنه نرفض الفرضية الصفرية ونقول بأن السلسلة تحتوي على جذر وحدة وهي ليست مستقرة، لأنه لدينا:

$$|ADF_c = 0.20| = 0.20 < |ADF_t = -2.69| = 2.69$$
$$|ADF_c = 0.20| = 0.20 < |ADF_t = -1.96| = 1.96$$
$$|ADF_c = 0.20| = 0.20 < |ADF_t = -1.60| = 1.60$$

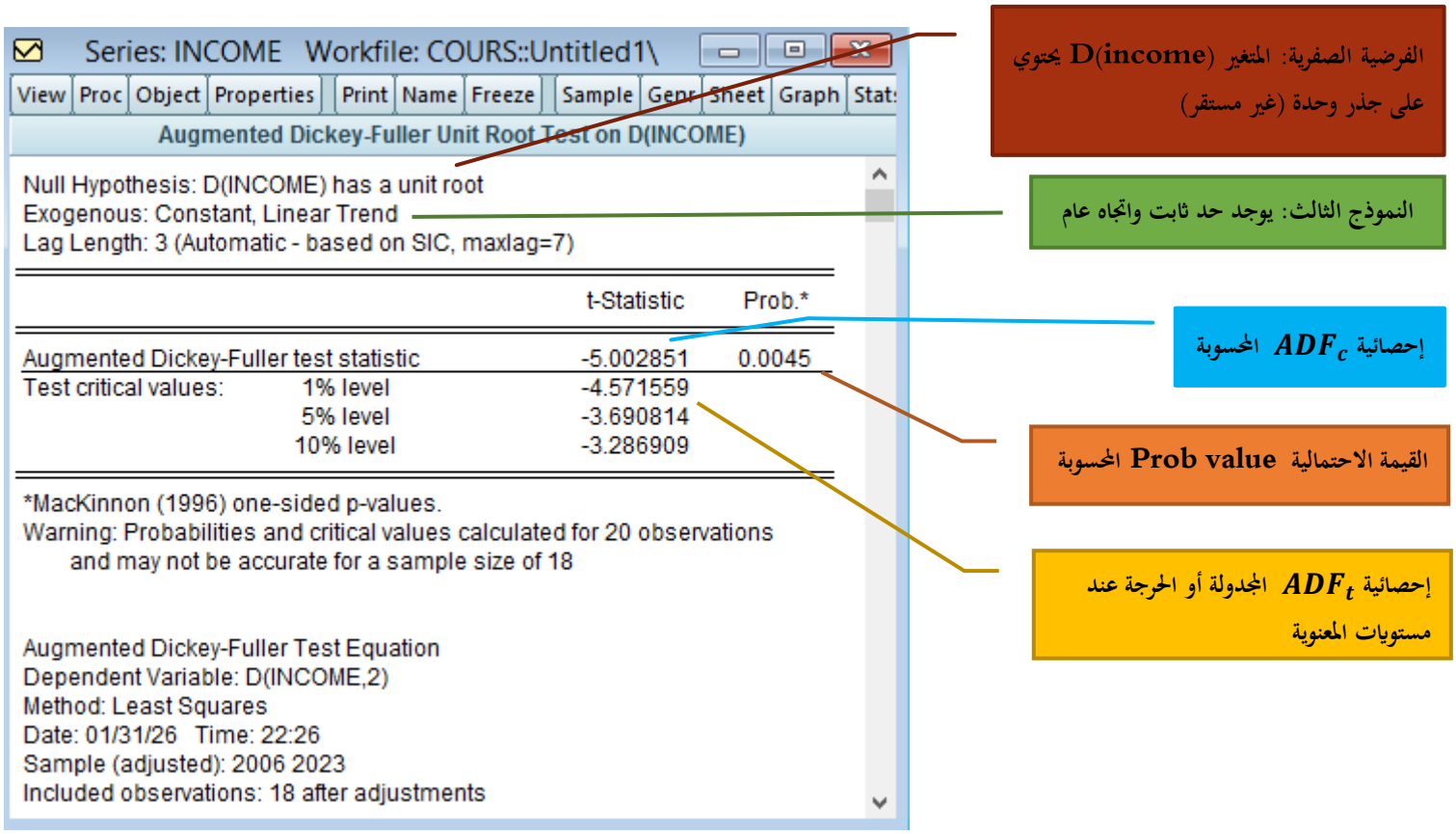
النتيجة النهائية:

بعد إجراء اختبار الاستقرارية على السلسلة الأصلية لمتغير الدخل بواسطة اختبار ديكي فولر وجدنا أنها غير مستقرة (النموذج الثالث والأول تم فيهما قبول الفرضية الصفرية وبالتالي السلسلة تحتوي على جذر وحدة وهي غير مستقرة)، أفضل طريقة لجعلها مستقرة هي تحويلها إلى سلسلة الفروقات الأولى ثم إعادة الاختبار من جديد مرة أخرى، نتبع نفس الخطوات السابقة ولكن في هذه المرة نختار الخيار 1st difference كما يلي:

نختار هذا الخيار ونقصد به أننا نجري اختبار الاستقرارية على سلسلة الفروقات الأولى لسلسلة المتغير income ولتكن مثلا d(income)



نختار الاختبار Augmented Dickey-Fuller ثم نختار 1st difference وهي تعني أننا ندرس استقرارية السلسلة في الفروقات الأولى، ثم من الأفضل أن نختار تعيين درجة الإبطاء تلقائيا عبر البرنامج Automatic selection ثم نختار نوع النموذج ومن الأفضل البدء من النموذج الثالث Trend and intercept ثم نضغط على ok فتظهر لنا المخرجات التالية:



قراءة النتائج

نلاحظ أن القيمة الاحتمالية المحسوبة (Prob value) لاختبار ADF تساوي 0.0045 وهي أقل من مستويات المعنوية (10%, 5%, 1%) اذا نرفض الفرضية الصفرية ونقول أن السلسلة لا تحتوي على جذر وحدة وهي مستقرة

نلاحظ أن القيمة المحسوبة لاختبار ADF_c تساوي 5.00- وهي أقل من القيم الجدولية أو الحرجة لاختبار ADF_t أي 4.57- ;3.69- ;3.28- على التوالي عند مستويات المعنوية (الأقرب للصفر هو الأكبر في الأعداد السالبة)

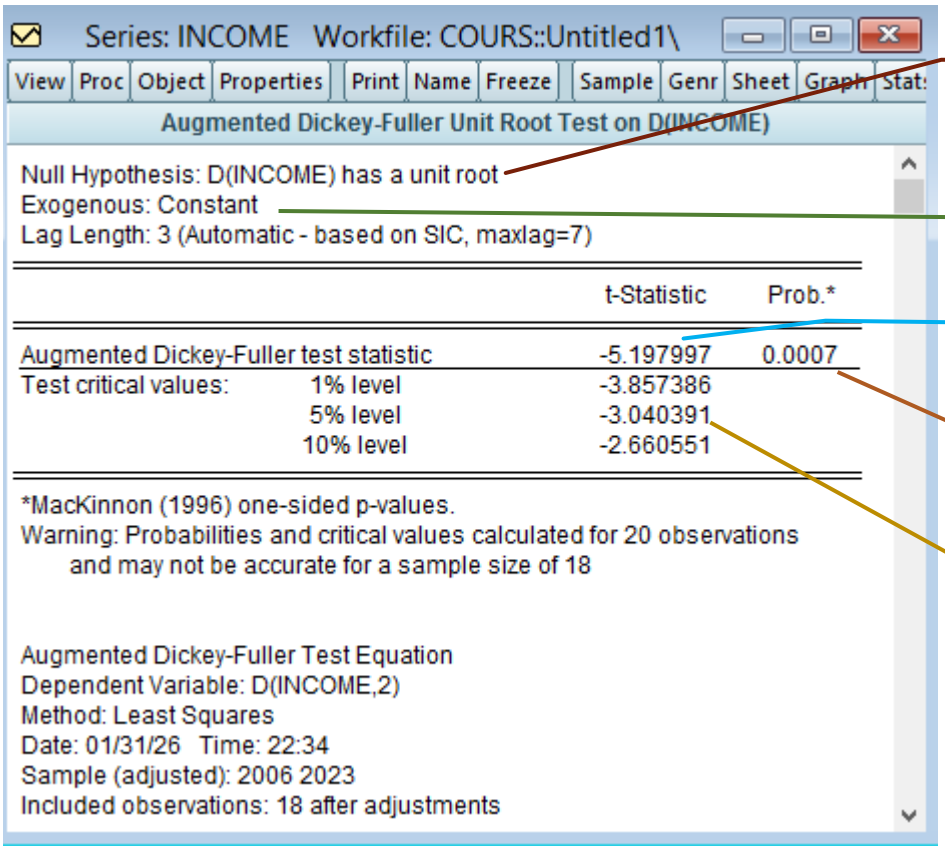
نلاحظ أن القيمة المحسوبة لاختبار ADF_c تساوي 5.00 بالقيمة المطلقة وهي أكبر من القيم الجدولية أو الحرجة لاختبار ADF_t بالقيمة المطلقة أي أكبر من 3.28; 3.69; 4.57 على التوالي عند مستويات المعنوية ومنه نرفض الفرضية الصفرية ونقول بأن السلسلة لا تحتوي على جذر وحدة وهي مستقرة، لأنه لدينا:

$$|ADF_c = -5.00| = 5.00 > |ADF_t = -4.57| = 4.57$$

$$|ADF_c = -5.00| = 5.00 > |ADF_t = -3.69| = 3.69$$

$$|ADF_c = -5.00| = 5.00 > |ADF_t = -3.28| = 3.28$$

بما أن السلسلة مستقر في النموذج الثالث (مع وجود قاطع واتجاه عام) نعيد الاختبار من جديد ولكن في هذه المرة نغير النموذج ونختار النموذج الثاني (مع وجود القاطع) intercept، ونترك باقي الخيارات على حالها ثم نضغط على ok فتظهر لنا المخرجات التالية:



الفرضية الصفرية: المتغير D(income) يحتوي على جذر وحدة (غير مستقر)

النموذج الأول: يوجد حد ثابت فقط

إحصائية ADF_c المحسوبة

القيمة الاحتمالية Prob value المحسوبة

إحصائية ADF_t المجدولة أو الحرجة عند مستويات المعنوية

قراءة النتائج

نلاحظ أن القيمة الاحتمالية المحسوبة (Prob value) لاختبار ADF تساوي 0.0007 وهي أقل من مستويات المعنوية (10%, 5%, 1%) اذا نرفض الفرضية الصفرية ونقول أن السلسلة لا تحتوي على جذر وحدة وهي مستقرة

نلاحظ أن القيمة المحسوبة لاختبار ADF_c تساوي 5.19- وهي أقل من القيم الجدولية أو الحرجة لاختبار ADF_t أي 3.85- ;3.04- ;2.66- على التوالي عند مستويات المعنوية (الأقرب للصفر هو الأكبر في الأعداد السالبة)

نلاحظ أن القيمة المحسوبة لاختبار ADF_c تساوي 5.19 بالقيمة المطلقة وهي أكبر من القيم الجدولية أو الحرجة لاختبار ADF_t بالقيمة المطلقة أي أكبر من 3.85 ;3.04 ;2.66 على التوالي عند مستويات المعنوية ومنه نرفض الفرضية الصفرية ونقول بأن السلسلة لا تحتوي على جذر وحدة وهي مستقرة، لأنه لدينا:

$$|ADF_c = -5.19| = 5.19 > |ADF_t = -3.85| = 3.85$$

$$|ADF_c = -5.19| = 5.19 > |ADF_t = -3.04| = 3.04$$

$$|ADF_c = -5.19| = 5.19 > |ADF_t = -2.66| = 2.66$$

بما أن السلسلة مستقر في النموذج الثاني (مع وجود قاطع) نعيد الاختبار من جديد ولكن في هذه المرة نغير النموذج ونختار النموذج الأول (بدون الحد الثابت والاتجاه العام) None، ونترك باقي الخيارات على حالها ثم نضغط على ok فتظهر لنا المخرجات التالية:

Series: INCOME Workfile: COURS::Untitled1\

View | Proc | Object | Properties | Print | Name | Freeze | Sample | Genr | Sheet | Graph | Stat

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(INCOME)

Null Hypothesis: D(INCOME) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=7)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-5.368213	0.0000
Test critical values:	1% level	-2.699769	
	5% level	-1.961409	
	10% level	-1.606610	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.
Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 18

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(INCOME,2)
Method: Least Squares
Date: 01/31/26 Time: 22:40
Sample (adjusted): 2006 2023
Included observations: 18 after adjustments

الفرضية الصفرية: المتغير D(income) يحتوي على جذر وحدة (غير مستقر)

النموذج الأول: يوجد حد ثابت فقط

إحصائية ADF_c المحسوبة

القيمة الاحتمالية Prob value المحسوبة

إحصائية ADF_t المجدولة أو الحرجة عند مستويات المعنوية

قراءة النتائج

نلاحظ أن القيمة الاحتمالية المحسوبة (Prob value) لاختبار ADF تساوي 0.000 وهي أقل من مستويات المعنوية (10%, 5%, 1%) اذا نرفض الفرضية الصفرية ونقول أن السلسلة لا تحتوي على جذر وحدة وهي مستقرة

نلاحظ أن القيمة المحسوبة لاختبار ADF_c تساوي 5.36- وهي أقل من القيم الجدولية أو الحرجة لاختبار ADF_t أي 2.69- ;1.96- ;1.60- على التوالي عند مستويات المعنوية (الأقرب للصفر هو الأكبر في الأعداد السالبة)

نلاحظ أن القيمة المحسوبة لاختبار ADF_c تساوي 5.36 بالقيمة المطلقة وهي أكبر من القيم الجدولية أو الحرجة لاختبار ADF_t بالقيمة المطلقة أي أكبر من 2.69 ;1.96 ;1.60 على التوالي عند مستويات المعنوية ومنه نرفض الفرضية الصفرية ونقول بأن السلسلة لا تحتوي على جذر وحدة وهي مستقرة، لأنه لدينا:

$$|ADF_c = -5.36| = 5.36 > |ADF_t = -2.69| = 2.69$$
$$|ADF_c = -5.36| = 5.36 > |ADF_t = -1.96| = 1.96$$
$$|ADF_c = -5.36| = 5.36 > |ADF_t = -1.60| = 1.60$$

النتيجة النهائية:

بعد إجراء اختبار الاستقرارية على سلسلة الفروقات d(income) بواسطة اختبار ديكي فولر وجدنا أنها مستقرة أي أن النماذج الثلاث المقدرة سابقا تم فيها رفض الفرضية الصفرية وبالتالي السلسلة لا تحتوي على جذر وحدة وهي مستقرة، أو يمكن القول بأن السلسلة الزمنية لمتغير الدخل متكاملة من الدرجة الأولى I(1).

فرضا لو كانت سلسلة الفروقات الأولى d(income) غير مستقرة فإننا نجري اختبار الاستقرارية على سلسلة الفروقات الثانية d(income,2) ونتحقق من استقراريتها بنفس الاختبار ونفس الخطوات

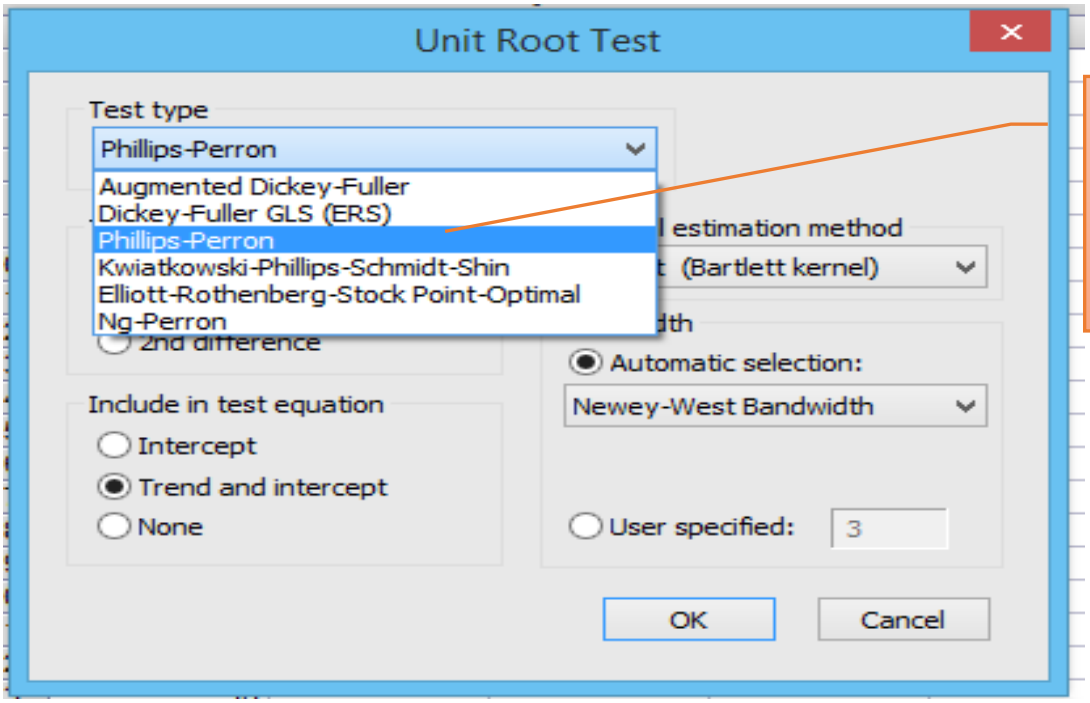
جدول ملخص لنتائج اختبار الاستقرارية بواسطة ADF

المتغيرات	نتائج اختبار ADF			مستوى التكامل
	I	II	III	
Income: السلسلة الأصلية	0.20	-7.31***	-3.14	I(1)
D(income): سلسلة الفروقات الأولى	-5.36***	-5.19***	-5.00***	

ملاحظة: * ، ** و *** تشير إلى مستوى المعنوية عند 10%، 5 % و 1 %على التوالي (أي رفض الفرضية الصفرية). I : النموذج الأول بدون قاطع و لا اتجاه، II : النموذج الثاني بالقاطع، III : النموذج الثالث بالقاطع و الاتجاه

2-اختبار فيليب بيرون PP

من اجل تطبيق اختبار فيليب بيرون (Phillips –Perron Test) في دراسة استقرارية السلاسل الزمنية فإننا نتبع نفس خطوات أو منهجية تطبيق اختبار ديكي فولر ADF Test سابقا، أي لدينا نفس الفرضيات المختبرة ونفس النماذج الثلاثة المختبرة ونفس طريقة رفض أو قبول الفرضية الصفرية، وكملاحظة فقط فإنه في حالة تضارب وعدم انسجام نتائج اختبار PP test مع نتائج اختبار ADF test فإنه من الأفضل الاعتماد على نتائج اختبار PP test

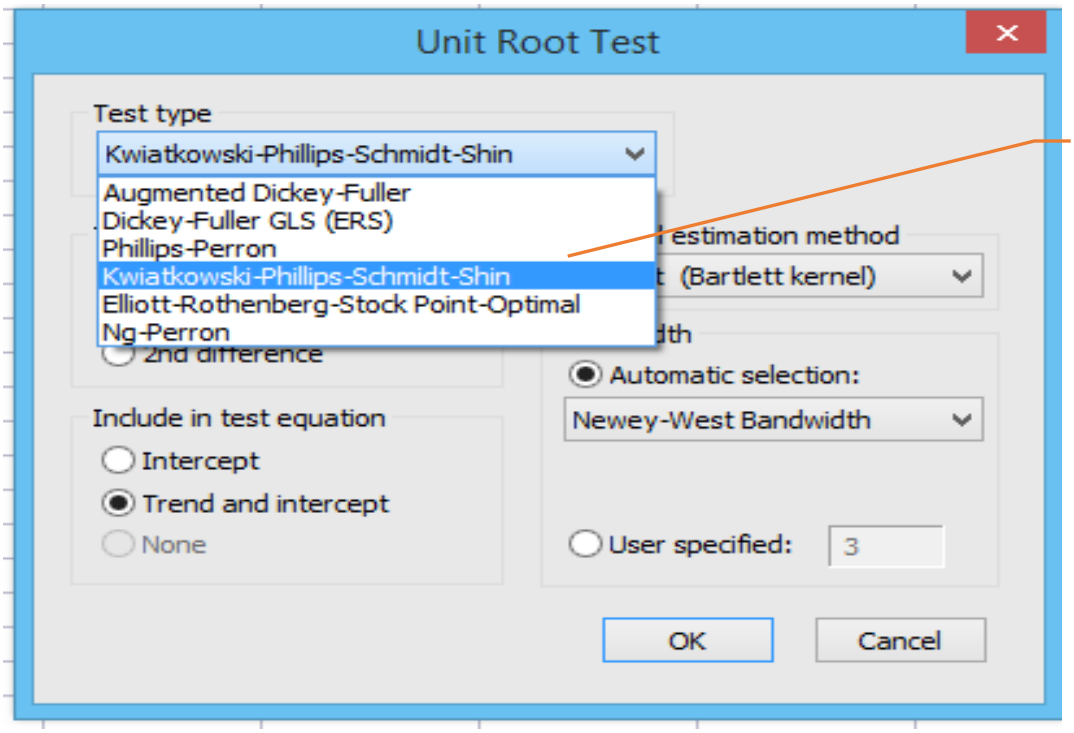


نختار هذا الخيار ونقصد به أننا نجري اختبار الاستقرارية باستعمال اختبار PP test ونترك باقي الخيارات على حالها

3-اختبار KPSS

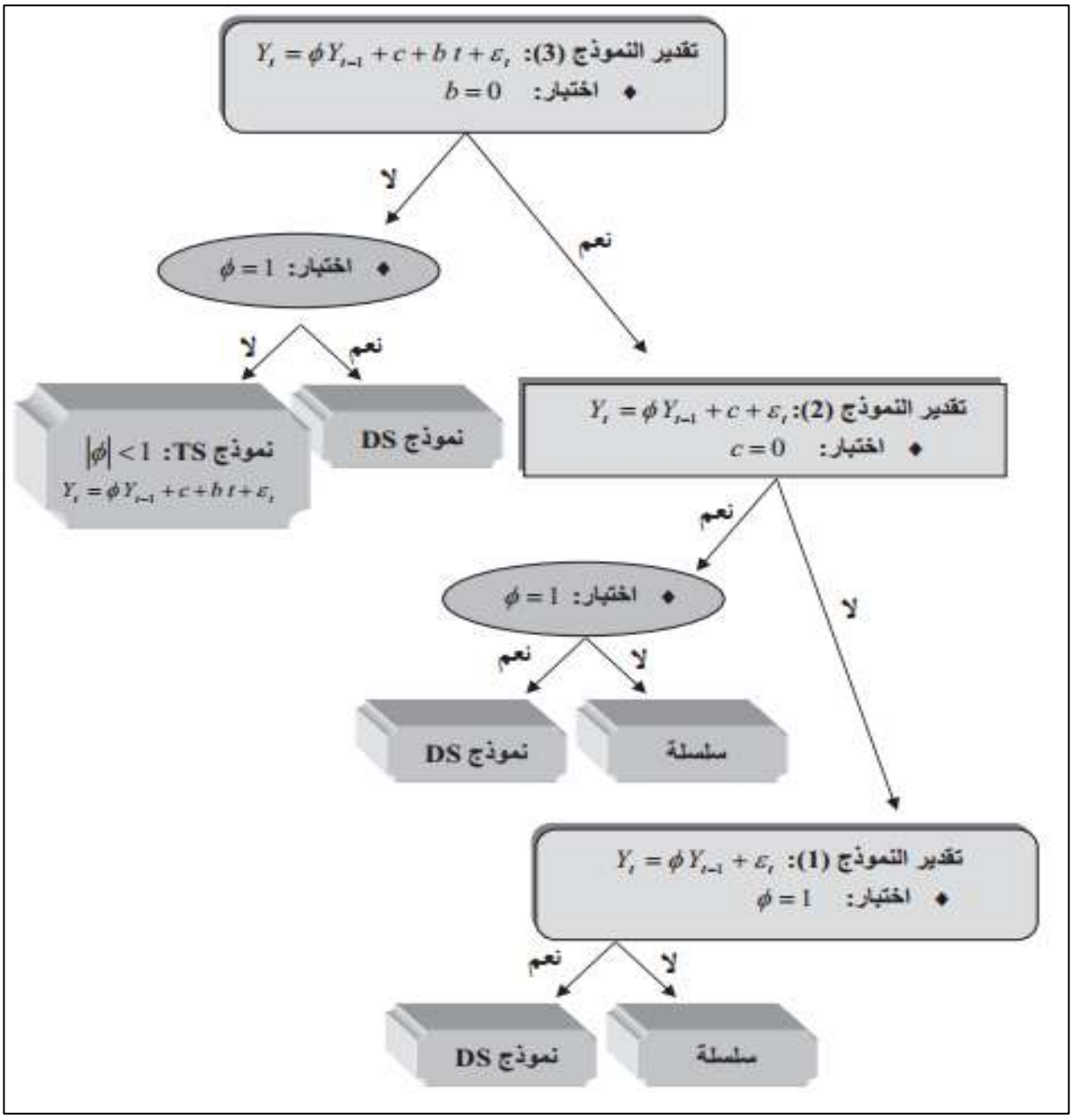
من أجل تطبيق اختبار KPSS test في دراسة استقرارية السلاسل الزمنية فإننا نتبع نفس خطوات أو منهجية تطبيق اختبار ديكي فولر ADF Test سابقا، لكن لدينا اختلاف في صياغة الفرضيات حيث الفرضية الصفرية في هذا الاختبار هي الفرضية التي تقرر الاستقرارية للسلسلة (غياب جذر وحدة) أما الفرضية البديلة فهي الفرضية التي تقرر بعدم استقرارية السلسلة (وجود جذر وحدة)،ويتم قبول الفرضية الصفرية (السلسلة مستقرة) في حالة إحصائية LM المحسوبة أكبر من الإحصائية الحرجة أو المجدولة للاختبار(لا يتم التعامل بالاحتمال هنا).

أما بخصوص النماذج المقدرة فإن هذا الاختبار يسمح لنا بتقدير النموذج الثالث والثاني فقط



نختار هذا الخيار ونقصد به أننا نجري اختبار الاستقرارية باستعمال اختبار **KPSS test** ونترك باقي الخيارات على حالها

منهجية مبسطة لاختبار جذر الوحدة، حيث نموذج TS: Trend Stationary هو نموذج غير مستقر ولجعله مستقرا يكفي حذف الاتجاه العام منه، أما النموذج DS: Differency Stationary هو نموذج غير مستقرة يكفي عمل الفروقات له حتى يصير مستقرا



تمرين تطبيقي رقم 7:

بالاعتماد على بيانات التمرين التطبيقي رقم 2 قم بما يلي:

1- ادرس استقرارية سلاسل المتغيرات باستعمال الاختبارات الثلاثة المعروفة.

2- ما هي درجة تكامل أو استقرارية كل سلسلة من المتغيرات حسب طبيعة كل اختبار

المحور الثامن: منهجية بوكس جينكيز، وكيفية تطبيقها بهدف التنبؤ للسلاسل الزمنية

تُعدّ منهجية بوكس–جنكيز من الركائز الأساسية في تحليل السلاسل الزمنية ضمن حقل الاقتصاد القياسي التطبيقي، وقد طوّرها العالِمان George Box و Gwilyn Jenkinsلتقديم إطار منهجي منظم يهدف إلى فهم السلوك الديناميكي للمتغيرات الاقتصادية عبر الزمن والتنبؤ بمساراتها المستقبلية. تنطلق هذه المنهجية من فكرة جوهرية مفادها أن كثيرًا من الظواهر الاقتصادية — كالناتج المحلي، التضخم، أسعار الصرف أو معدلات البطالة — تتأثر بقيمها السابقة وبالصدمات العشوائية التي تعرّضت لها في الماضي، ومن ثم يمكن نمذجتها رياضيًا اعتمادًا على بنيتها الداخلية دون الحاجة بالضرورة إلى متغيرات تفسيرية خارجية.

وتستند المنهجية إلى بناء نماذج الانحدار الذاتي(AR) ، ونماذج المتوسطات المتحركة(MA) ، والمزيج بينهما (ARMA)، إضافة إلى نماذج التكامل (ARIMA) في حالة السلاسل غير الساكنة، حيث يتم تحويل السلسلة إلى حالة السكون عبر الفروق المناسبة. وتمتاز هذه المقاربة بطابعها الإجرائي المتسلسل الذي يمر بمراحل التحديد والتقدير والتشخيص، في إطار عملية تكرارية تهدف إلى الوصول إلى نموذج يحقق ملاءمة إحصائية جيدة ويتميّز بكفاءة تنبؤية عالية.

وقد أسهمت منهجية بوكس–جنكيز في إرساء معايير علمية دقيقة في تحليل البيانات الزمنية، إذ جمعت بين الأساس النظري الصارم والتطبيق العملي المنهجي، مما جعلها أداة محورية في البحوث الاقتصادية المعاصرة، وفي دراسات التنبؤ واتخاذ القرار على المستويين الكلي والجزئي.

1–منهجية Box and Jenkins

يتمثل الغرض الأساسي من منهجية بوكس–جنكيز(BJ) ، في تحليل الخصائص الاحتمالية والعشوائية لسلسلة زمنية اقتصادية بمفردها من أجل بناء نموذج قادر على تفسير سلوكها والتنبؤ بقيمها المستقبلية بدقة. وتختلف هذه المنهجية جذريًا عن أسلوب نماذج الانحدار القياسي التقليدية، حيث يُفسَّر المتغير التابع Y_t في النماذج التقليدية بواسطة مجموعة من المتغيرات المستقلة الخارجية مثل($X_1, X_2, X_3, \ldots, X_k$) ، أي أن التفسير يكون قائمًا على علاقة سببية أو تفسيرية بين متغيرات متعددة.

أما في منهجية بوكس–جنكيز، فإن التركيز ينصبّ على البنية الداخلية للسلسلة الزمنية نفسها، إذ يُسمح للمتغير Ytبأن يُفسَّر من خلال قيمه الماضية أو المتباطئة($Y_{t-1}, Y_{t-2}, \ldots$) ، إضافة إلى القيم الحالية والمتباطئة لحدود الخطأ العشوائي ε_t . وبهذا المعنى، فإن السلسلة تُنمذج اعتمادًا على تاريخها الذاتي والصدمات التي تعرّضت لها عبر الزمن، دون إدخال متغيرات تفسيرية خارجية بالضرورة. ويُفترض في حد الخطأ أن يتبع عملية تشويش

أبيض(White Noise) ، أي أن يكون متوسطه الرياضي صفرًا، وتباينه ثابتًا، ولا يوجد ارتباط ذاتي بين قيمه عبر الزمن، وهو شرط أساسي لضمان سلامة التقدير الإحصائي للنموذج.

وتُطبَّق منهجية بوكس–جنكيز أساسًا على السلاسل الزمنية المستقرة (Stationary Time Series)، أي تلك التي تتميز بثبات متوسطها وتباينها عبر الزمن. وإذا كانت السلسلة غير مستقرة، فإنه يتم تحويلها إلى الاستقرار باستخدام الفروق المناسبة، مما يقود إلى نماذج ARIMA بدلًا من ARMA.

2–النماذج الرياضية للسلاسل الزمنية ARMA

توجد أربع أنواع من السلاسل أو النماذج وهي:

1–نموذج الانحدار الذاتي The Autoregressive (AR) Model:

يكتب على الشكل التالي $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \cdots + \beta_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$

يسمى نموذج انحدار ذاتي من الدرجة p أي AR(p)، حيث يتضمن انحدار Y في الزمن t على قيمه متباطئة بمقدار p من الفترات الزمنية الماضية، يتم تحديد قيم p من خلال معايير مختلفة أهمها Akaike information criterion، كما أن ε_t خطأ عشوائي عند الزمن t وهو عملية أو تشويش ابيض

2–نموذج المتوسط المتحرك The Moving Average (MA) Model:

يكتب على الشكل التالي $Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_t + \alpha_2 \varepsilon_{t-1} + \cdots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}$

حيث أن المتغير التابع Y يعتمد على قيمة المتوسط المرجح أو المتحرك لحدود الخطأ (شوشرة أو تشويش ابيض) ε_t الحالية والماضية، يعرف هذا النموذج اختصارا بـ MA(q)، يتم تحديد قيمة q تجريبيا

3–نموذج انحدار ذاتي ومتوسط متحرك (نموذج مختلط) The Autoregressive Moving Average (ARMA) Model:

إن العناصر الأساسية لنموذج الانحدار الذاتي والأوساط المتحركة يمكن أن تدمج للحصول على تشكيلة من النماذج تسمى نماذج انحدار ذاتي ذي أوساط متحركة برتبة ARMA(p,q) يكتب على الشكل التالي

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \cdots + \beta_p Y_{t-p} + \alpha_1 \varepsilon_t + \alpha_2 \varepsilon_{t-1} + \cdots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}$$

4–نموذج انحدار ذاتي ومتوسط متحرك متكامل The Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Model:

إن منهجية BJ تستند على افتراض أن السلسلة الزمنية محل الدراسة ينبغي أن تكون مستقرة أو يمكن جعلها مستقرة عن طريق أخذ الفروق لها مرة واحدة أو أكثر . إن استخدام هذا المصطلح يطلق عليه اختصارا نموذج(p,d,q) ARIMA . حيث أن d تعبر عن عدد المرات التي يجب فيها أخذ فروق للسلسلة الزمنية لجعلها مستقرة.

إذا كانت السلسلة في الأصل مستقرة، فإن نموذج ARIMA (p,d,q) سيصبح بالضرورة نموذج ARMA(p,q)

3-خطوات تطبيق منهجية Box and Jenkins

تمر المنهجية بأربع مراحل وخطوات رئيسية مترابطة كالتالي:

1. مرحلة التحديد أو التعريف (Identification)

يتم فيها:

- فحص سكون السلسلة (Stationarity)
- إجراء التحويلات المناسبة (مثل الفروق)
- تحليل دالتي الارتباط الذاتي (ACF) والارتباط الذاتي الجزئي(PACF)
- اقتراح رتبة النموذج(p, d, q)

2. مرحلة التقدير(Estimation)

يتم تقدير معلمات النموذج المقترح باستخدام طرق مثل:

- الإمكان الأعظم (Maximum Likelihood)
- المربعات الصغرى (عند الاقتضاء)

3. مرحلة التشخيص(Diagnostic Checking)

يتم اختبار صلاحية النموذج من خلال:

- فحص بواقي النموذج (هل هي ضوضاء بيضاء؟)
- اختبار الارتباط الذاتي للبواقي

- مقارنة النماذج البديلة وفق معايير مثل AIC وBIC

4.مرحلة التنبؤ (Forecasting)

الاختبار النهائي لنموذج ARIMA الناجح هو تقييم أدائه التنبؤي خلال فترة العينة وأيضا خارج فترة العينة

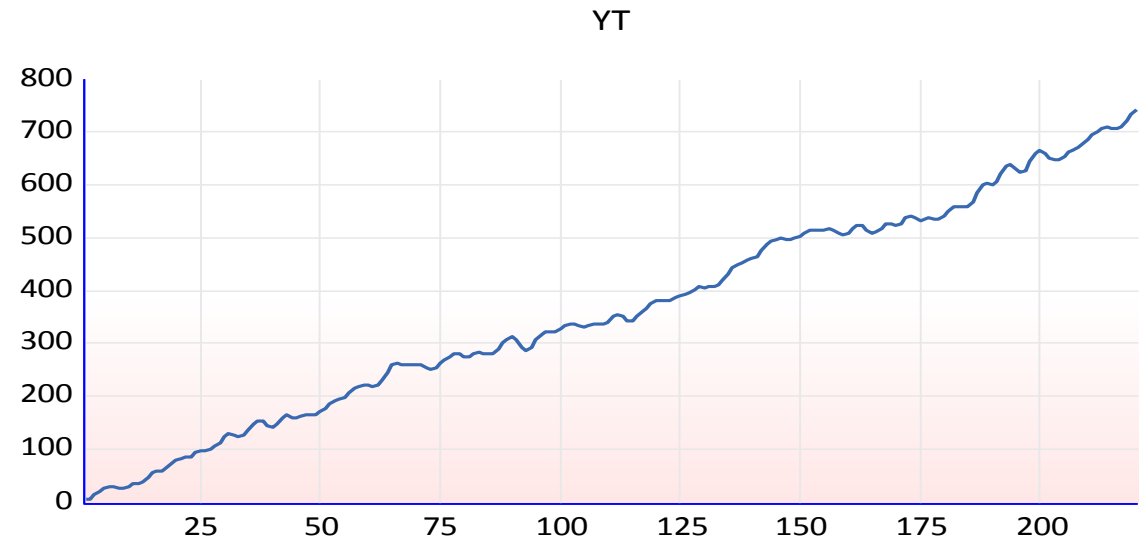
4-مثال تطبيقي لمنهجية Box and Jenkins

لتكن لدينا البينات التالية للمتغير Y_t ، حيث هناك 220 مشاهدة (انظر مطبوعة: تطبيقات الاقتصاد الكمي على برمجية Eviews)، نحاول التنبؤ لأربع فترات زمنية باستعمال منهجية BOX and JENKINS

1. مرحلة التعرف

نسعى في هذه المرحلة إلى البحث عن وجود المركبة الفصلية (الاتجاه الموسمي) والاتجاه العام في السلسلة، وندرس أيضا استقرارية السلسلة

- **الرسم البياني للسلسلة y_t**



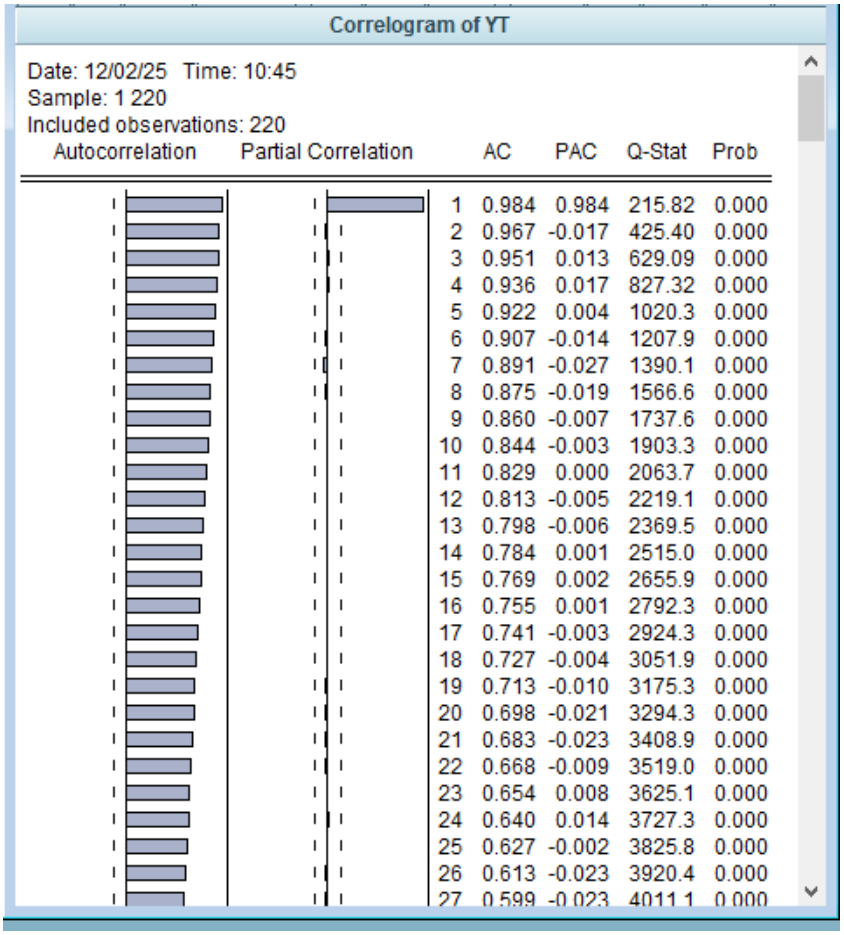
نلاحظ من خلال الرسم البياني وجود اتجاه عام يتطور عبر الزمن، مع غياب تقلبات فصلية أو موسمية في هذه السلسلة، وهذا يؤدي إلى القول بأن السلسلة الزمنية الأصلية غير مستقرة

- **رسم مخطط الارتباط correlogram للسلسلة الأصلية**

لرسم مخطط الارتباط للسلسلة y_t ، نفتح السلسلة ثم نختار:

View → Correlogram →Level→ok

فيظهر لنا الرسم التالي.



	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.984	0.984	215.82	0.000
2	0.967	-0.017	425.40	0.000
3	0.951	0.013	629.09	0.000
4	0.936	0.017	827.32	0.000
5	0.922	0.004	1020.3	0.000
6	0.907	-0.014	1207.9	0.000
7	0.891	-0.027	1390.1	0.000
8	0.875	-0.019	1566.6	0.000
9	0.860	-0.007	1737.6	0.000
10	0.844	-0.003	1903.3	0.000
11	0.829	0.000	2063.7	0.000
12	0.813	-0.005	2219.1	0.000
13	0.798	-0.006	2369.5	0.000
14	0.784	0.001	2515.0	0.000
15	0.769	0.002	2655.9	0.000
16	0.755	0.001	2792.3	0.000
17	0.741	-0.003	2924.3	0.000
18	0.727	-0.004	3051.9	0.000
19	0.713	-0.010	3175.3	0.000
20	0.698	-0.021	3294.3	0.000
21	0.683	-0.023	3408.9	0.000
22	0.668	-0.009	3519.0	0.000
23	0.654	0.008	3625.1	0.000
24	0.640	0.014	3727.3	0.000
25	0.627	-0.002	3825.8	0.000
26	0.613	-0.023	3920.4	0.000
27	0.599	-0.023	4011.1	0.000

تتجلى أهمية الرسم السابق في النقاط التالية:

- **الكشف عن وجود الارتباط الذاتي:** يبيّن المخطط ما إذا كانت هناك علاقة معنوية بين y_t و y_{t-k} . فإذا كانت معاملات الارتباط تقع خارج حدود الثقة، فهذا يدل على وجود اعتماد زمني يجب نمذجته.
- **اختبار استقرار (سكون) السلسلة:** إذا تناقصت معاملات الارتباط الذاتي بسرعة نحو الصفر، فهذا يشير غالبًا إلى سكون السلسلة. أما إذا تضاءلت ببطء شديد، فقد يدل ذلك على عدم الاستقرار والحاجة إلى إجراء الفروق.
- **تحديد نوع النموذج المناسب:**

في نموذج $AR(p)$ يتناقص الارتباط الذاتي تدريجيًا، بينما ينقطع الارتباط الذاتي الجزئي بعد رتبة معينة.

في نموذج $MA(q)$ ينقطع الارتباط الذاتي بعد عدد محدد من الفترات.

في نموذج $ARMA(p,q)$ يتناقص كل من الارتباط الذاتي والجزئي تدريجيًا.

- **الكشف عن الموسمية:** إذا ظهرت قمم متكررة عند فترات منتظمة (مثلاً كل 12 فترة في البيانات الشهرية)، فهذا يشير إلى وجود نمط موسمي.

من خلال دالة الارتباط البسيطة autocorrelation AC ودالة الارتباط الجزئية partial correlation PCAالتي تعتمد على فكرة الارتباط بين المشاهدات لفترات زمنية مختلفة أين تظهر الفصلية في شكل قمم ونتوءات في فترات زمنية تعادل K ، أي انه تظهر قمة في دورة تعادل K ونفس الشيء بالنسبة للانخفاضات. فإننا نلاحظ غيابها سواء بالنسبة لدالة الارتباط الذاتي البسيطة أو بالنسبة لدالة الارتباط الذاتي الجزئية.

كقاعدة عامة يتم حساب AC and PCA إلى حدود ربع أو ثلث السلسلة، أي يتم اختيار فترة التباطؤات عند الثلث أو الربع، ولكن هذه القاعدة تكون غير عملية في حالة حجم السلسلة الزمنية الكبيرة نسبيا

- **دراسة استقرارية السلسلة**

من خلال مخطط الارتباط correlogram السابق نلاحظ بأن السلسلة غير مستقرة كون معاملات دالة الارتباط البسيطة والجزئية تقع خارج مجال الثقة (قيم الاحتمال أصغر من 0.05)

من أجل التأكد من عدم استقرارية السلسلة الزمنية الأصلية، ومعرفة هل هي من نوع TS أو DS نقوم بتطبيق اختبار ديكي فيلر عليها، مع البدء بالنموذج الثالث (وجود اتجاه عام وثابت):

$$y_t = \emptyset y_{t-1} + bt + c + \varepsilon_t$$

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on YT

Null Hypothesis: YT has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=14)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-2.017459	0.5881
Test critical values:	1% level	-4.001108	
	5% level	-3.430766	
	10% level	-3.138998	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(YT)
Method: Least Squares
Date: 12/02/25 Time: 13:49
Sample (adjusted): 5 220
Included observations: 216 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
YT(-1)	-0.025731	0.012754	-2.017459	0.0449
D(YT(-1))	1.185998	0.066078	17.94846	0.0000
D(YT(-2))	-0.986761	0.078239	-12.61212	0.0000
D(YT(-3))	0.292584	0.066692	4.387072	0.0000
C	2.009356	0.484214	4.149726	0.0000
@TREND("1")	0.081240	0.039636	2.049643	0.0416

نبدأ في دراسة معنوية الاتجاه العام:

$$H_0: b = 0$$
$$H_1: b \neq 0$$

من خلال مخرجات اختبار ديكي فيلير نلاحظ أن الاتجاه العام b (@trend(''1'') غير معنوي (نقبل H_0)

عند 5% لأن : Prob(b)=0.041>0. 05

نختبر في المرحلة الثانية معنوية الحد الثابت:

$$H_0: c = 0$$
$$H_1: c \neq 0$$

نلاحظ أن الحد الثابت c معنوي إحصائيا عند مستوى معنوية 5% (نرفض H_0) لأن:

Prob(c)=0.00<0.05

نعيد الآن اختبار الاستقرارية ونختار النموذج الثاني (وجود ثابت فقط): $y_t = \emptyset y_{t-1} + c + \varepsilon_t$

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on YT

Null Hypothesis: YT has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=14)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		0.316343	0.9787
Test critical values:	1% level	-3.460596	
	5% level	-2.874741	
	10% level	-2.573883	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(YT)
Method: Least Squares
Date: 12/02/25 Time: 14:33
Sample (adjusted): 5 220
Included observations: 216 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
YT(-1)	0.000326	0.001031	0.316343	0.7521
D(YT(-1))	1.172853	0.066263	17.69997	0.0000
D(YT(-2))	-0.997014	0.078669	-12.67353	0.0000
D(YT(-3))	0.272941	0.066499	4.104441	0.0001
C	1.722038	0.466982	3.687592	0.0003

نختبر معنوية الحد الثابت:

$$H_0: c = 0$$
$$H_1: c \neq 0$$

من خلال مخرجات اختبار ديكي فيلير نلاحظ أن الحد الثابت c معنوي إحصائيا ويختلف عن الصفر عند مستوى معنوية 5% (نرفض H_0) لأن: Prob(c)=0.0003<0.05

نعيد الآن اختبار الاستقرارية ونختار النموذج الأول (بدون اتجاه وثابت): $y_t = \emptyset y_{t-1} + \varepsilon_t$

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on YT

Null Hypothesis: YT has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=14)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		4.865908	1.0000
Test critical values:	1% level	-2.575712	
	5% level	-1.942303	
	10% level	-1.615721	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(YT)
Method: Least Squares
Date: 12/02/25 Time: 15:56
Sample (adjusted): 5 220
Included observations: 216 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
YT(-1)	0.003270	0.000672	4.865908	0.0000
D(YT(-1))	1.250512	0.064667	19.33765	0.0000
D(YT(-2))	-1.052556	0.079475	-13.24388	0.0000
D(YT(-3))	0.352477	0.064746	5.443983	0.0000

نقوم باختبار جذر الوحدة:

$$H_0: \emptyset = 1$$
$$H_1: \emptyset < 1$$

من خلال مخرجات اختبار ديكي فيلير نلاحظ أن السلسة الزمنية يوجد بها جذر وحدة وهي ليست مستقرة لأن إحصائية ديكي فيلير المحسوبة : $ADF_C = 4.86$ أكبر من إحصائية ديكي فيلر المجدولة : 2.57- ,1.94-,1.61-. كما أن:prob(adf)=1>0.05 ومنه نقبل الفرضية الصفرية، أي السلسلة غير مستقرة (لها جذر وحدة) وهي من نوع DS

بما أن السلسلة غير مستقرة (لها جذر وحدة) وهي من نوع DS، فأفضل طريقة لجعلها مستقرة هي القيام بإجراء الفروقات عليها ثم نعيد اختبار الاستقرارية من جديد على سلسلة الفروقات D(y)

نتائج اختبار استقرارية السلسلة D(y) في الجدول التالي:

النموذج	المعلمات	ADF_C / T_C	ADF_t	الاحتمال المحسوب	القرار	درجة التكامل
الثالث	b	0.47	/	0.63	غير معنوي(نقبلH_0)	النموذج أو السلسلة مستقرة في الفرق الأول
	c	3.65	/	0.003	معنوي(نرفضH_0)	
	Ø	-8.34	-4.00/-3.43/-3.13	0.000	لا يوجد جذر وحدة(نرفضH_0)	
الثاني	c	6.22	/	0.00	معنوي(نرفضH_0)	النموذج أو السلسلة مستقرة في الفرق الأول
	Ø	-8.34	-3.46/-2.87/-2.57	0.00	لا يوجد جذر وحدة(نرفضH_0)	
الأول	Ø	-3.23	-2.57/-1.94/-1.61	0.0013	لا يوجد جذر وحدة(نرفضH_0)	النموذج أو السلسلة مستقرة في الفرق الأول

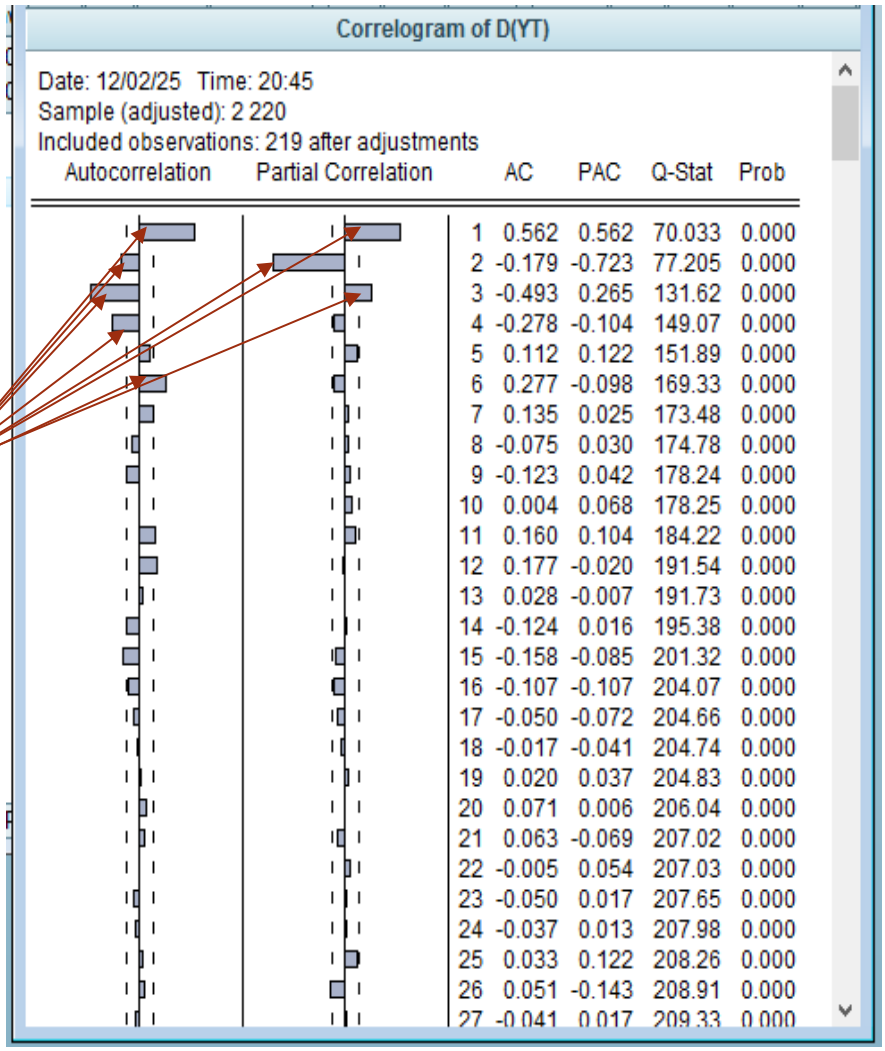
من خلال الجدول أعلاه نستنتج أن السلسلة الزمنية Y_t مستقرة في الفرق الأول

- **تحديد الدرجتين p و q**

بعد دراسة الاستقرارية، نستطيع الأن تحديد الدرجتين: p و q أي النماذج AR(p) و MA(q) من خلال تحليل دالتي الارتباط الذاتي البسيطة AC والجزئيةPAC في السلسلة المستقرة D(y). حيث نقوم بفتح السلسلة Y ونختار :

View → Correlogram→1st difference →OK

هذه الحدود أو النتوءات تقع خارج مجال الثقة، وهي تختلف معنويا عن 0، ومنها يمكن تحديد النماذج المختلفة المرشحة للتقدير من AR(p), MA(q), ARIMA(p,d,q)



	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.562	0.562	70.033	0.000
2	-0.179	-0.723	77.205	0.000
3	-0.493	0.265	131.62	0.000
4	-0.278	-0.104	149.07	0.000
5	0.112	0.122	151.89	0.000
6	0.277	-0.098	169.33	0.000
7	0.135	0.025	173.48	0.000
8	-0.075	0.030	174.78	0.000
9	-0.123	0.042	178.24	0.000
10	0.004	0.068	178.25	0.000
11	0.160	0.104	184.22	0.000
12	0.177	-0.020	191.54	0.000
13	0.028	-0.007	191.73	0.000
14	-0.124	0.016	195.38	0.000
15	-0.158	-0.085	201.32	0.000
16	-0.107	-0.107	204.07	0.000
17	-0.050	-0.072	204.66	0.000
18	-0.017	-0.041	204.74	0.000
19	0.020	0.037	204.83	0.000
20	0.071	0.006	206.04	0.000
21	0.063	-0.069	207.02	0.000
22	-0.005	0.054	207.03	0.000
23	-0.050	0.017	207.65	0.000
24	-0.037	0.013	207.98	0.000
25	0.033	0.122	208.26	0.000
26	0.051	-0.143	208.91	0.000
27	-0.041	0.017	209.33	0.000

نعلم انه من أجل استخراج الحد q وبالتالي تحديد النموذج MA(q) فإننا نستعين بدالة الارتباط البسيطة autocorrelation AC، بينما تساعد دالة الارتباط الجزئية partial correlation PAC في تحديد الحدود P وبالتالي تحديد النماذج المرشحة AR(p)

من خلال الرسم أعلاه (مخطط الارتباط) نجد أن هناك حدود معنوية تختلف عن الصفر، بالنسبة لـAC نجد 6 حدود ، بينما بالنسبة لـPAC فنجد 3حدود ومنه: p=3, q=6 و d=1 لأن السلسلة الزمنية y مستقرة في الفرق الأول (حسب اختبار ADF).

بالتالي يصبح لدينا النماذج التالية:

AR(1), AR(2), AR(3), MA(1), MA(2), MA(3), MA(4), MA(5), MA(6)

من هذه النماذج يمكن ترشيح النماذج المختلطة التالية:

ARIMA(1,1,1), ARIMA(1,1,2), ARIMA(1,1,3), ARIMA(1,1,4), ARIMA(1,1,5), ARIMA(1,1,6),

ARIMA(2,1,1), ARIMA(2,1,2), ARIMA(2,1,3), ARIMA(2,1,4), ARIMA(2,1,5), ARIMA(2,1,6),

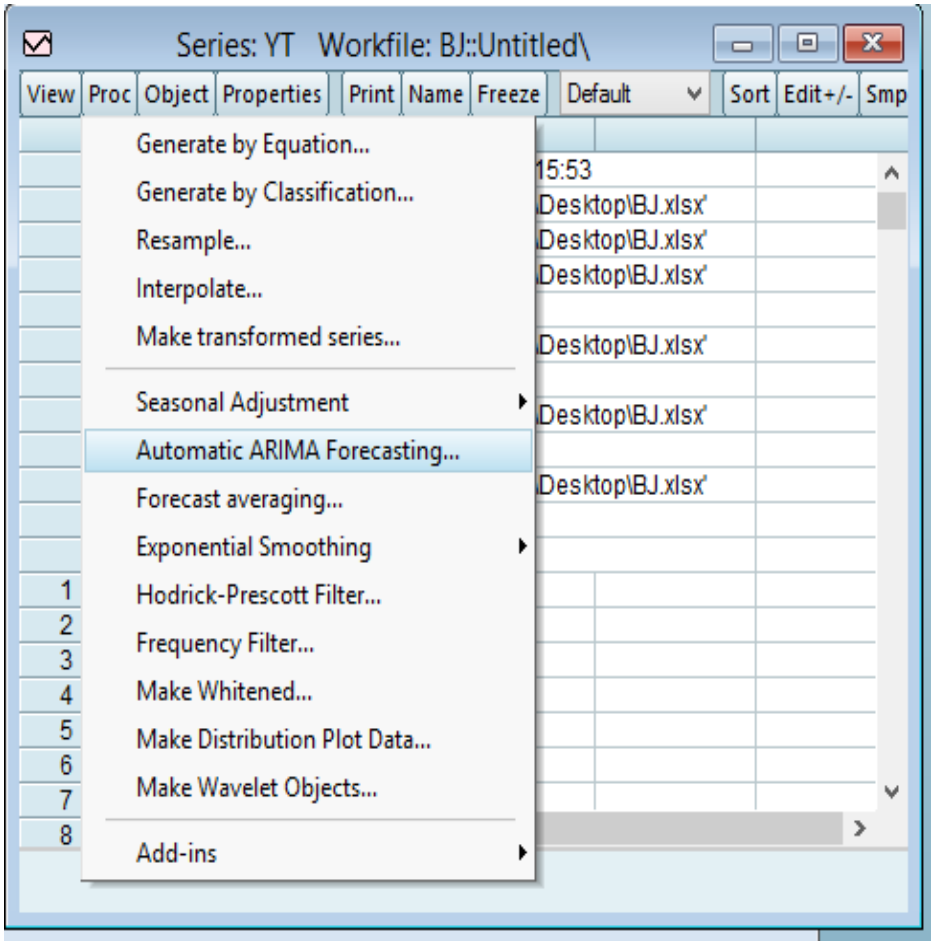
ARIMA(3,1,1), ARIMA(3,1,2), ARIMA(3,1,3), ARIMA(3,1,4), ARIMA(3,1,5), ARIMA(3,1,6),

2. مرحلة التقدير

نسعى في هذه المرحلة إلى تقدير النماذج المختلفة والمرشحة لعملية التنبؤ من أجل اختيار أحسن نموذج، حيث يجب أن يكون معنوي إحصائيا، وله قدرة تفسيرية عالية، والخطأ العشوائي فيه عبارة عن شوشرة بيضاء.

لتقدير جميع النماذج المقترحة سابقا، نفتح السلسلة الزمنية y ثم نختار

proc →Automatic ARIMA Forecasting

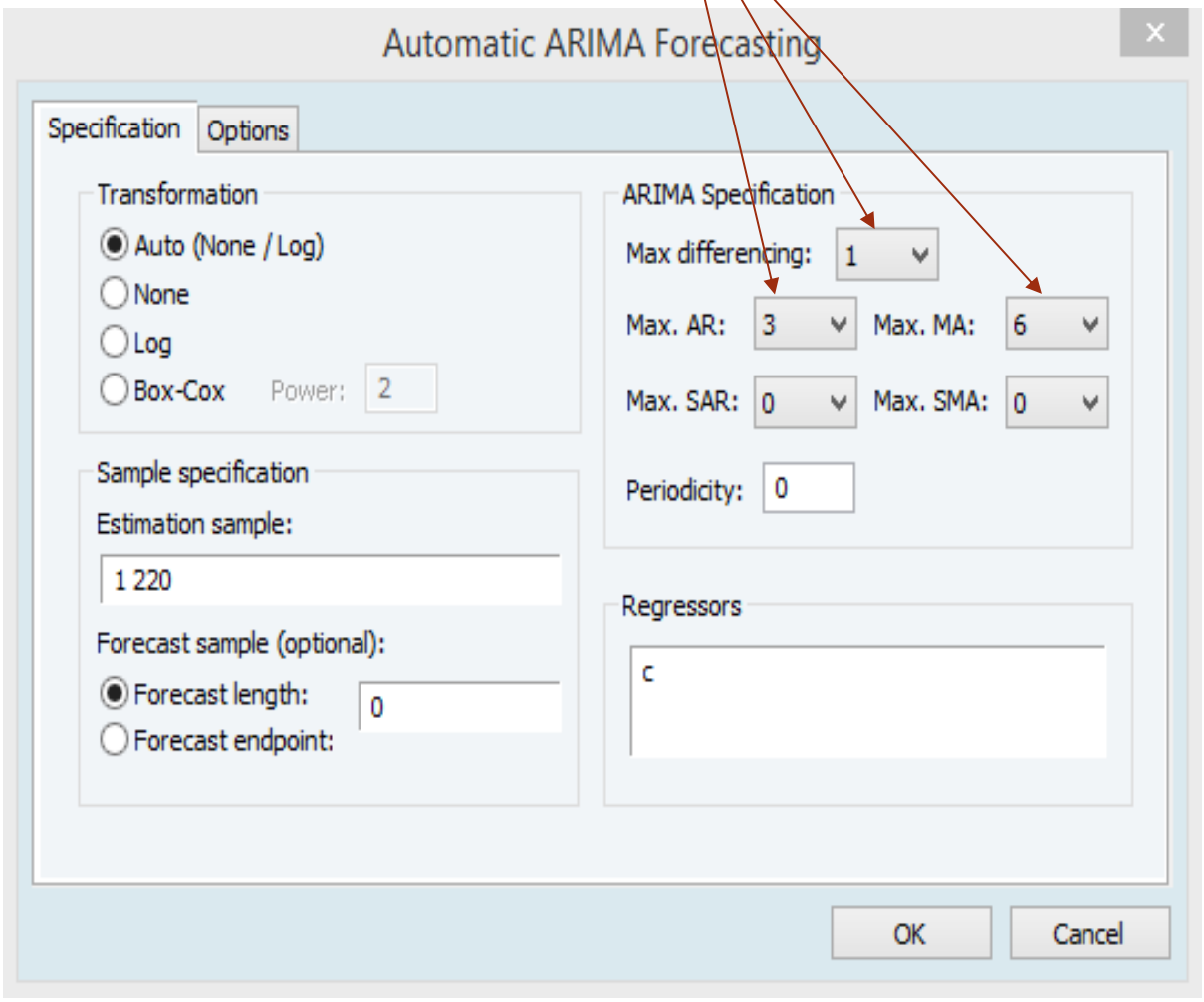


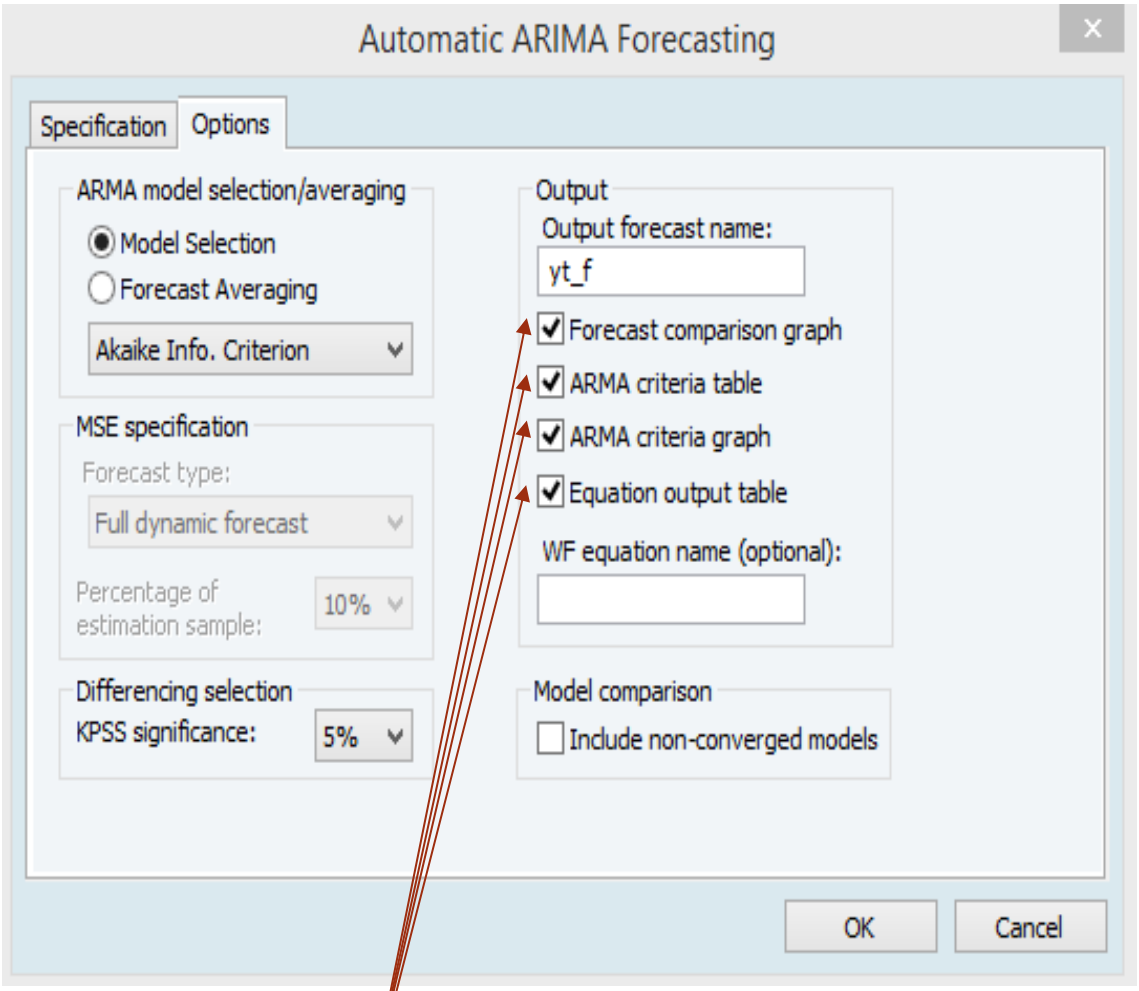
يظهر لنا مربع حوار جديد نختار فيه ما يلي:

أولا في هذه النافذة نختار:

Max differencing 1 لأن d=1 (السلسلة مستقرة في الفرق الأول)،

بينما نختار Max AR =3 لأن p=3، في حين نؤشر على Max MA=6 لأن q=6





ثانيا في هذه النافذة نؤشر على جميع الخيارات الأربعة، وبعدها نضغط على ok

بعد الضغط على ok تظهر لنا النتائج التالية:

Summary

```
Automatic ARIMA Forecasting
Selected dependent variable: D(YT)
Date: 12/04/25   Time: 11:58
Sample: 1 220
Included observations: 219
Forecast length: 0
Model maximums: (3,6)1(0,0)
Regressors: C
================================================
Number of estimated ARMA models: 28
Number of non-converged estimations: 0
Selected ARMA model: (2,1)
AIC value: 4.98519363583
================================================
```

- **الجدول1**: يلخص لنا نتائج التقدير، حيث تم تقدير 28 نموذج وتم اختيار احسن وأفضل نموذج وهو ARIMA(2,1,1) بالاعتماد على ادنى قيمة لمعيار AIC value هي تساوي 4.985 وتعتبر اقل قيمة لـAIC في جميع النماذج 28 المقدرة (يمكن تغير معيار المفاضلة في النافذة في الصفحة أعلاه)

Equation Output

Dependent Variable: D(YT)
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
Date: 12/04/25 Time: 11:58
Sample: 2 220
Included observations: 219
Convergence achieved after 6 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.322900	0.347760	9.555161	0.0000
AR(1)	0.759189	0.064890	11.69957	0.0000
AR(2)	-0.605344	0.068107	-8.888174	0.0000
MA(1)	0.496203	0.071464	6.943391	0.0000
SIGMASQ	8.094473	0.841016	9.624637	0.0000

R-squared	0.713383	Mean dependent var	3.370324
Adjusted R-squared	0.708026	S.D. dependent var	5.326442
S.E. of regression	2.878124	Akaike info criterion	4.985194
Sum squared resid	1772.690	Schwarz criterion	5.062570
Log likelihood	-540.8787	Hannan-Quinn criter.	5.016444
F-statistic	133.1603	Durbin-Watson stat	2.046232
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.38+.68i	.38-.68i
Inverted MA Roots	-.50	

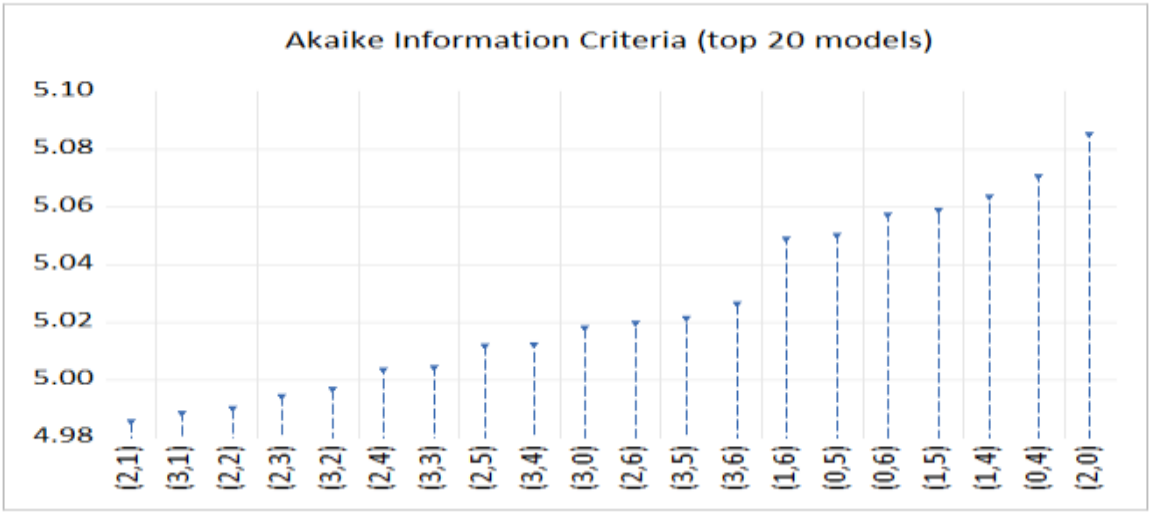
- **الجدول 2**: يلخص لنا مخرجات المعادلة أو النموذج المقدر، حيث المتغير التابع هو D(Yt) مكتوب بدلالة الثابتc، AR(1),AR(2),MA(1) بينما درجة التذبذب هو sigmasQ عبارة عن معامل للمفاضلة، كلما كان صغير في القيمة كلنا كان افضل، ويمكن تقدير هذه المعادلة باستعمال برنامج افيوز كالتالي: d(yt) c ar(1) ar(2) ma(1)
- **الجدولين 3 و4 في الاسفل**: يلخصان لنا قيم AIC لجميع النماذج المقدرة، وهي مرتبة من اصغر قيمة إلى اكبر قيمة، سواء بالأرقام في الجدول 3 أو بالرسم البياني في الجدول 4، ونلاحظ أن اصغر قيمة لـAIC تساوي 4.985 المحسوبة او المرتبطة بالنموذج ARIM(2,1,1) والذي يعتبر احسن وأفضل نموذج مقدر من 28 نموذج مرشح، كما نلاحظ أن قيم BIC, HQ تبرهن أيضا على النموذج السابق هو الأفضل لأن لها اصغر قيم من بين جميع قيم النماذج الأخرى

ARMA Criteria Table

Model Selection Criteria Table
Dependent Variable: D(YT)
Date: 12/04/25 Time: 11:58
Sample: 1 220
Included observations: 219

Model	LogL	AIC*	BIC	HQ
(2,1)	-540.878703	4.985194	5.062570	5.016444
(3,1)	-540.183903	4.987981	5.080832	5.025481
(2,2)	-540.368835	4.989670	5.082521	5.027170
(2,3)	-539.860243	4.994157	5.102484	5.037907
(3,2)	-540.125249	4.996578	5.104904	5.040328
(2,4)	-539.837671	5.003084	5.126885	5.053084
(3,3)	-539.955523	5.004160	5.127962	5.054160
(2,5)	-539.741869	5.011341	5.150618	5.067591
(3,4)	-539.808615	5.011951	5.151228	5.068201
(3,0)	-544.421875	5.017551	5.094927	5.048801
(2,6)	-539.641119	5.019554	5.174306	5.082053
(3,5)	-539.804573	5.021046	5.175798	5.083546
(3,6)	-539.347357	5.026003	5.196231	5.094753
(1,6)	-543.813430	5.048524	5.187801	5.104774
(0,5)	-545.972836	5.049980	5.158307	5.093730
(0,6)	-545.734295	5.056934	5.180736	5.106934
(1,5)	-545.919980	5.058630	5.182432	5.108630
(1,4)	-547.419662	5.063193	5.171520	5.106943
(0,4)	-549.176763	5.070107	5.162959	5.107607
(2,0)	-552.776716	5.084719	5.146620	5.109719
(1,3)	-555.227295	5.125363	5.218215	5.162863
(0,2)	-560.196233	5.152477	5.214378	5.177477
(0,3)	-559.458899	5.154876	5.232252	5.186126
(1,2)	-560.017685	5.159979	5.237355	5.191229
(1,1)	-571.500873	5.255716	5.317617	5.280716

ARMA Criteria Graph



3.مرحلة التشخيص

نسعى في هذه المرحلة إلى تشخيص ودراسة النموذج المقدر الذي تم اختياره لعملية التنبؤ وذلك عن طريق:

- دراسة معنوية المعالم المقدرة
- دارسة المعنوية الكلية للنموذج
- تحليل القدرة التفسيرية للنموذج
- دراسة التوزيع الطبيعي، تجانس والارتباط الذاتي للبواقي، أي هل هي شوشرة بيضاء أو لا

Equation Output

Dependent Variable: D(YT)
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
Date: 12/04/25 Time: 11:58
Sample: 2 220
Included observations: 219
Convergence achieved after 6 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.322900	0.347760	9.555161	0.0000
AR(1)	0.759189	0.064890	11.69957	0.0000
AR(2)	-0.605344	0.068107	-8.888174	0.0000
MA(1)	0.496203	0.071464	6.943391	0.0000
SIGMASQ	8.094473	0.841016	9.624637	0.0000

R-squared	0.713383	Mean dependent var	3.370324
Adjusted R-squared	0.708026	S.D. dependent var	5.326442
S.E. of regression	2.878124	Akaike info criterion	4.985194
Sum squared resid	1772.690	Schwarz criterion	5.062570
Log likelihood	-540.8787	Hannan-Quinn criter.	5.016444
F-statistic	133.1603	Durbin-Watson stat	2.046232
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.38+.68i	.38-.68i
Inverted MA Roots	-.50	

الجدول أعلاه يلخص لنا مخرجات المعادلة المقدرة حيث:

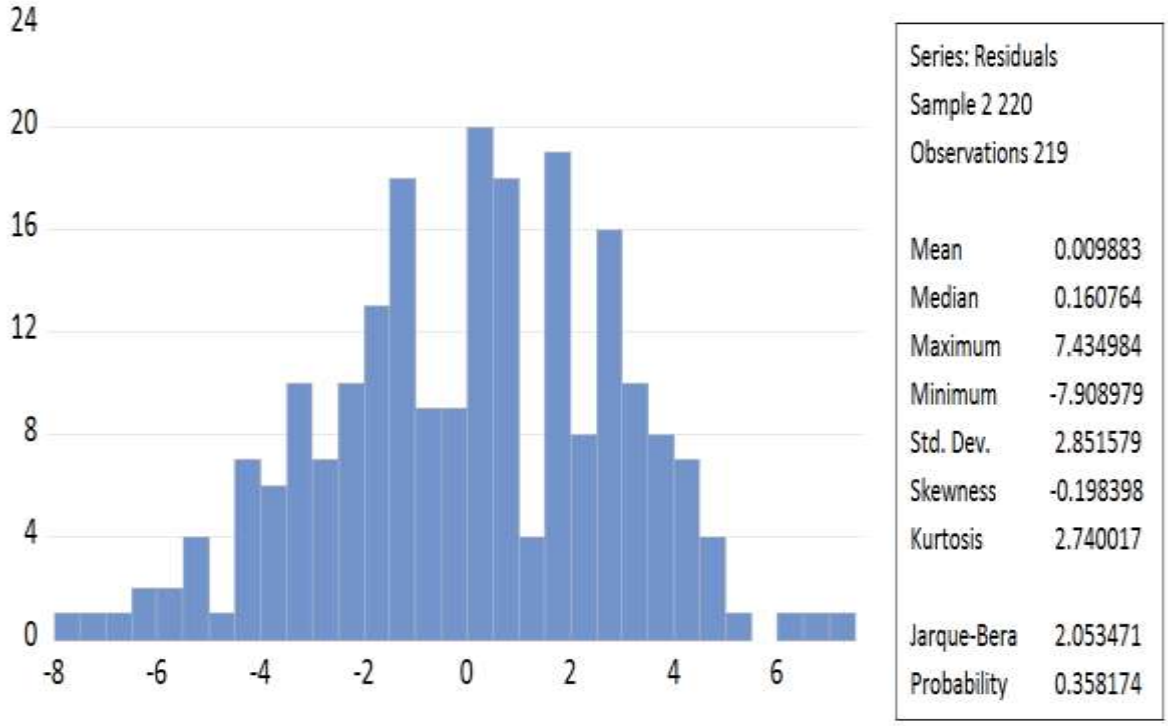
$$D(y_t) = 3.322 + 0.759y_{t-1} - 0.605y_{t-2} + 0.496\varepsilon_{t-1}$$

نلاحظ أن جميع المعالم المقدرة لها معنوية إحصائية (قيمة الاحتمال المحسوب اقل من مستوى المعنوية)، أيضا النموذج ككل معنوي إحصائيا (قيمة الاحتمال المحسوب لفيشر اقل من مستوى المعنوية). بالنسبة لمعامل التحديد R^2=0.7133، ومنه يمكن القول بأن 71.33 بالمئة من التغير في المتغير التابع يفسر بالتغير في المتغيرات المستقلة، اذا للنموذج قدرة تفسيرية عالية

من أجل دراسة التوزيع الطبيعي للبواقي نستعمل اختبار JB عن طريق الأمر :

View → Residual Diagnostics → Histogram–Normality–Test

حيث الفرضية الصفرية: البواقي تتوزع طبيعيا



من خلال الشكل أعلاه نلاحظ أن قيمة الاحتمال المحسوب لجارك بيرا أكبر من مستويات المعنوية المختلفة (0.1/0.05/0.01)> Prob(JB)=0.35 . ومنه نقبل الفرضية الصفرية ونقول بأن البواقي تتبع التوزيع الطبيعي

من أجل دراسة الارتباط الذاتي بين البواقي نستعمل مخطط الارتباط للبواقي عن طريق الأمر:

View → Residual Diagnostics → Correlogram–Q–statstics

حيث الفرضية الصفرية: لا يوجد ارتباط بين البواقي

من خلال الشكل في الأسفل الذي يمثل لنا مخطط الارتباط الذاتي بين البواقي، نلاحظ أن جميع حدود دالة الارتباط الذاتي البسيطة AC ودالة الارتباط الذاتي الجزئية PAC تقع داخل مجال الثقة. وعليه نقبل الفرضية الصفرية ونقول إنه لا يوجد ارتباط ذاتي بين البواقي (جميع القيم الاحتمالية أكبر من مستويات المعنوية ويمكن أيضا مقارنة إحصائية Q–stat مع توزيع كاي تربيع). يمكن استعمال اختبار DW أيضا

Correlogram of Residuals

Date: 12/06/25 Time: 11:20
Sample (adjusted): 2 220
Q-statistic probabilities adjusted for 3 ARMA terms

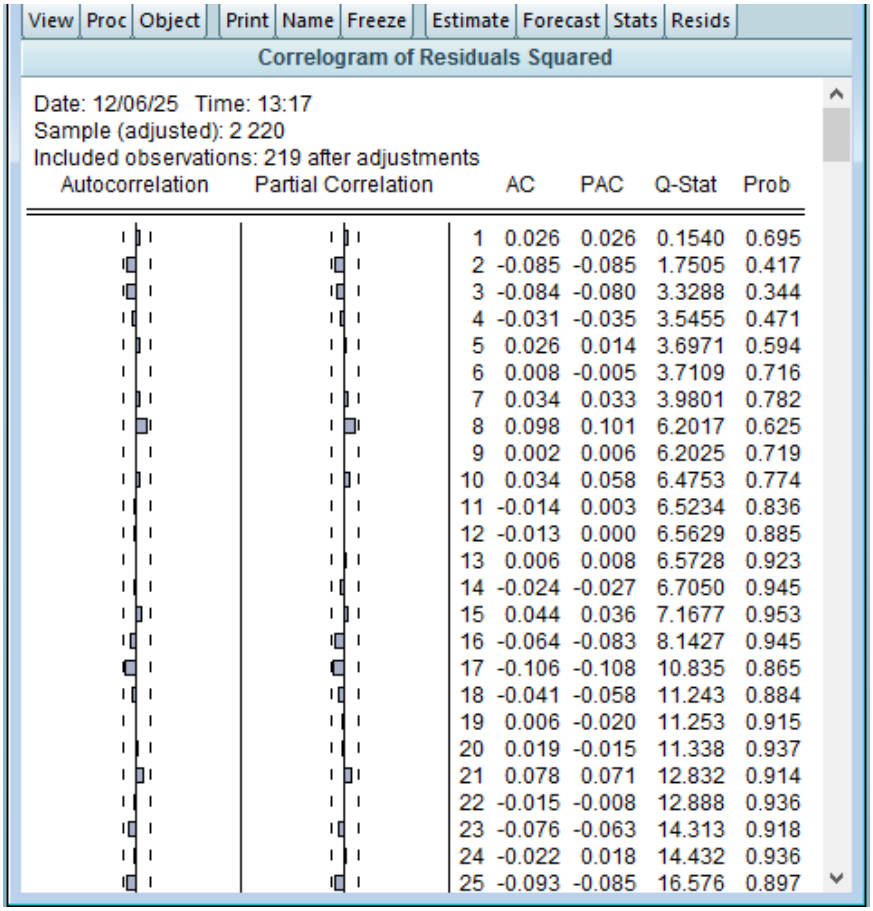
		AC	PAC	Q-Stat	Prob
1		-0.024	-0.024	0.1248	
2		-0.003	-0.003	0.1267	
3		0.042	0.041	0.5145	
4		-0.070	-0.068	1.6156	0.204
5		0.011	0.008	1.6439	0.440
6		0.054	0.053	2.3075	0.511
7		0.023	0.031	2.4237	0.658
8		-0.020	-0.025	2.5176	0.774
9		0.079	0.076	3.9545	0.683
10		0.012	0.020	3.9862	0.781
11		0.036	0.042	4.2941	0.830
12		0.107	0.098	6.9483	0.643
13		-0.035	-0.023	7.2372	0.703
14		-0.084	-0.088	8.9052	0.631
15		-0.051	-0.067	9.5301	0.657
16		-0.070	-0.067	10.713	0.635
17		-0.053	-0.062	11.373	0.657
18		0.003	-0.027	11.376	0.726
19		-0.073	-0.083	12.665	0.697
20		0.072	0.074	13.916	0.673
21		0.070	0.068	15.114	0.654
22		-0.081	-0.065	16.726	0.608
23		0.103	0.108	19.370	0.498
24		-0.121	-0.107	23.010	0.343

من أجل دراسة تجانس البواقي نستعمل مخطط ارتباط مربعات البواقي عن طريق الأمر:

View→Residual Diagnostics→Correlogram-Squared Resuduals

حيث الفرضية الصفرية: تجانس التباين للبواقي

من خلال الشكل في الأسفل الذي يمثل لنا مخطط الارتباط لمربعات البواقي، نلاحظ أن جميع حدود دالة الارتباط الذاتي البسيطة AC ودالة الارتباط الذاتي الجزئية PAC تقع داخل مجال الثقة. وعليه نقبل الفرضية الصفرية ونقول أنه يوجد تجانس لتبيان البواقي (جميع القيم الاحتمالية أكبر من مستويات المعنوية ويمكن أيضا مقارنة إحصائية Q-stat مع توزيع كاي تربيع). يمكن استعمال اختبار ARCH أيضا


View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Estimate | Forecast | Stats | Resids

Correlogram of Residuals Squared

Date: 12/06/25 Time: 13:17
Sample (adjusted): 2 220
Included observations: 219 after adjustments

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.026	0.026	0.1540	0.695
		2	-0.085	-0.085	1.7505	0.417
		3	-0.084	-0.080	3.3288	0.344
		4	-0.031	-0.035	3.5455	0.471
		5	0.026	0.014	3.6971	0.594
		6	0.008	-0.005	3.7109	0.716
		7	0.034	0.033	3.9801	0.782
		8	0.098	0.101	6.2017	0.625
		9	0.002	0.006	6.2025	0.719
		10	0.034	0.058	6.4753	0.774
		11	-0.014	0.003	6.5234	0.836
		12	-0.013	0.000	6.5629	0.885
		13	0.006	0.008	6.5728	0.923
		14	-0.024	-0.027	6.7050	0.945
		15	0.044	0.036	7.1677	0.953
		16	-0.064	-0.083	8.1427	0.945
		17	-0.106	-0.108	10.835	0.865
		18	-0.041	-0.058	11.243	0.884
		19	0.006	-0.020	11.253	0.915
		20	0.019	-0.015	11.338	0.937
		21	0.078	0.071	12.832	0.914
		22	-0.015	-0.008	12.888	0.936
		23	-0.076	-0.063	14.313	0.918
		24	-0.022	0.018	14.432	0.936
		25	-0.093	-0.085	16.576	0.897

يمكن تلخيص النتائج السابقة في الجدول التالي:

المعيار	عدد المعالم المعنوية	$SIGMA^2$	AIC	SC	R^2	توزيع البواقي طبيعي	ارتباط البواقي	تباين البواقي متجانس	اختبار F
ARIMA(2,1,1)	4	8.09	4.98	5.06	0.71	نعم	لا	نعم	النموذج معنوي كليا

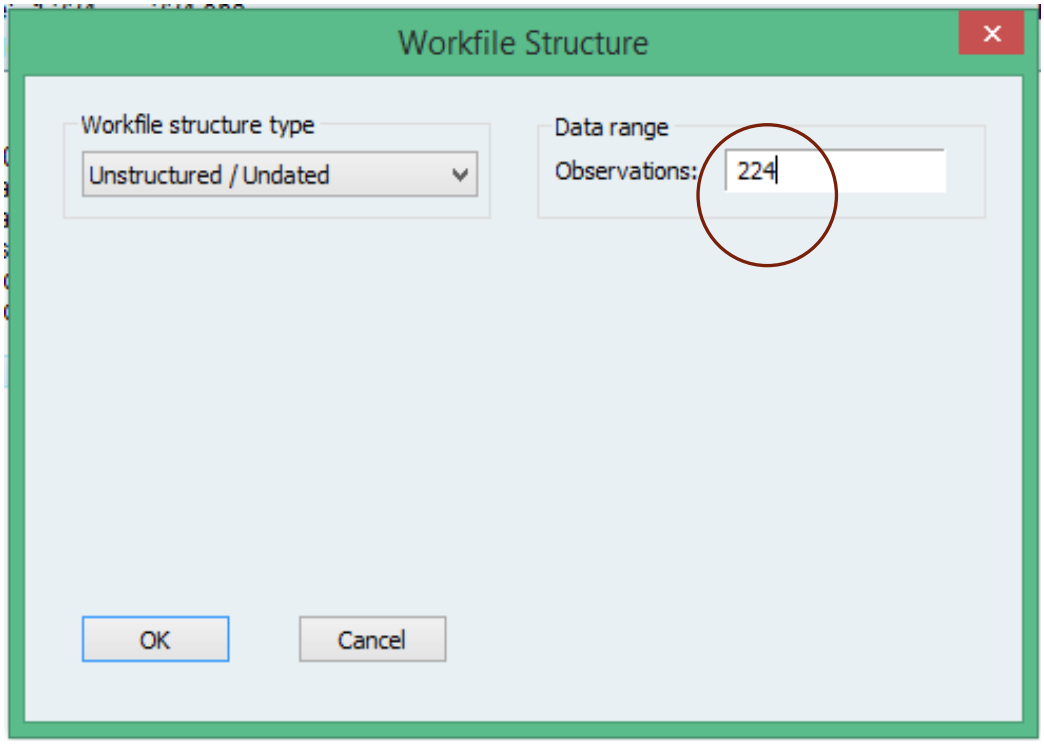
نلاحظ أن جميع المعالم للنموذج المقدر جاءت معنوية، بالإضافة أيضا أن اختبار فيشر اثبت وجود معنوية كلية للنموذج، مع قدرة تفسيرية عالية لأن معامل التحديد يساوي القيمة 0.71، أيضا جاءت قيمة درجة التذبذب (تباين الأخطاء العشوائية) مساوية لـ8.09 وهي اصغر قيمة في جميع النماذج المرشحة للتنبؤ، وهذا يدل على أن النموذج يفسر البينات جيدا وأيضا له دقة كبيرة في عملية التنبؤ.

بالنسبة لاختبارات الشوشرة البيضاء الخاصة بالحد العشوائي أو البواقي فقد جاءت جميعها إيجابية، حيث نلاحظ أن البواقي تتبع التوزيع الطبيعي، وهي مستقلة عن بعضها البعض، وأيضا لها تباين متجانس عبر الزمن، ومنه يمكن القول بأن الخطأ العشوائي في هذا النموذج عبارة عن شوشرة/تشويش/ضجيج بيضاء او أبيض . ومنه أحسن نموذج تم تقديره وصالح للتنبؤ هو نموذج ARIMA (2,1,1)

4. مرحلة التنبؤ

نسعى في هذه المرحلة إلى استخدام النموذج المختار ARIMA(2.1.1) في عملية التنبؤ لأربع فترات زمنية مستقبلية، أي t=4 ، ولذلك يجب علينا:

توسيع حجم العينة من 220 إلى 224، أي إضافة 4 مشاهدات جديدة، ويتم ذلك عن طريق كتابة الأمر Expand في قائمة الأوامر وبعدها نضغط على entre ثم نقوم بعملية تمديد المشاهدات كما يلي



نعود إلى نافذة مخرجات النموذج المقدر ARIMA(2.1.1) (يمكن كتابتها وتقديرها في افيوز كما يلي :

(D(yt) c ar(1) ar(2) ma(1)

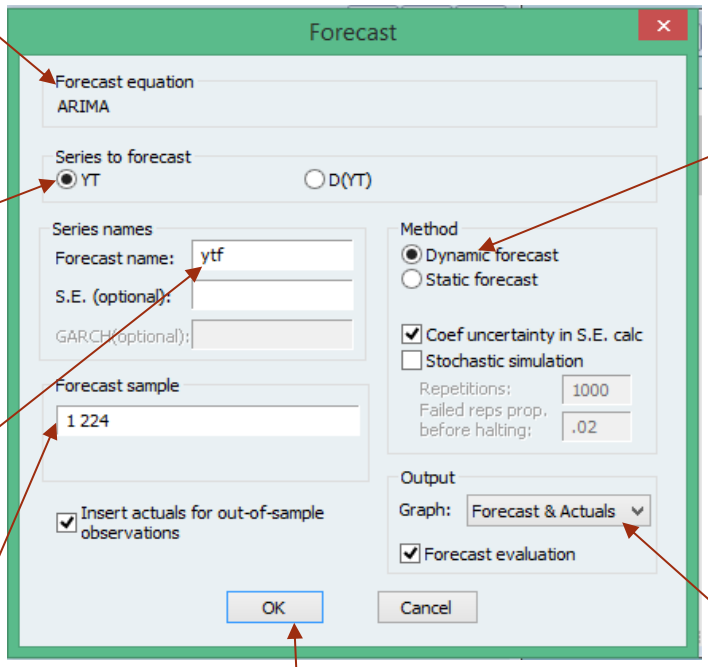
بعدها نضغط على Forecast لتظهر النافذة التالية

المعادلة أو النموذج المتنبئ به

نختار السلسلة الزمنية المتنبئ بها (حيث نختار السلسلة الأصلية yt بدلا من سلسلة الفروقات الأولى d(yt) حسب ما هو مطلوب في التمرين)

اسم السلسلة الزمنية المتنبئ بها (يمكن تغيير الاسم)

حجم العينة وهنا يجب أن يكون 224 بدلا من 220

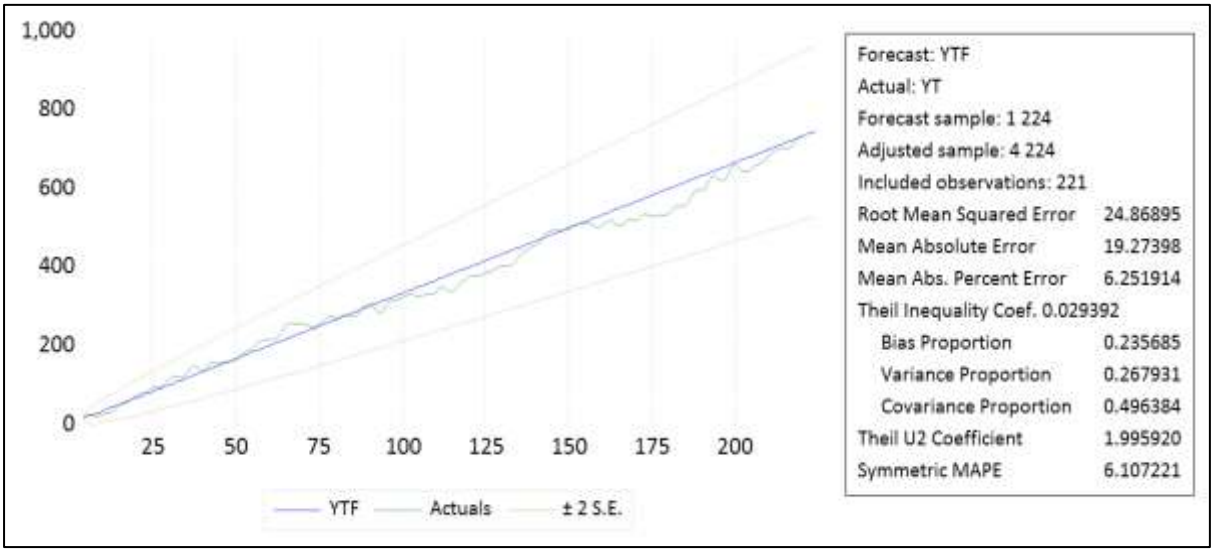


نختار طريقة التنبؤ ديناميكي لأنه يسمح بالتنبؤ لعدة فترات بدلا من التنبؤ الساكن (static) لأنه يتنبأ لفترة واحدة فقط

نختار مخرجات العملية التنبؤية عبارة عن منحنى بياني للقيم الحقيقية والقيم المتنبئ بها

في الأخير نضغط على ok

بعد النقر على ok يظهر لنا الرسم البياني في الأسفل، بالإضافة إلى بعض الإحصائيات الخاصة بالعملية التنبؤية، حيث نلاحظ أن المنحنى البياني للقيم الحقيقية للسلسلة الزمنية yt جاء باللون الأخضر، بينما المنحنى البياني للقيم المقدرة أو المتنبئ بها Ytf جاء باللون الأزرق



لدينا من الشكل السابق

- جذر متوسط مربع الأخطاء: RMSE : Root Mean Squared Error = 24.86
- المتوسط المطلق للخطأ : MAE: Mean Absolute Error= 19.27
- المتوسط المطلق للخطأ النسبي : MRAE: Mean Abs Percent Error=6.25
- معامل ثايل U: Theil= 0.02
- معامل U2: Theil U2=1.99
- المتوسط المطلق للخطأ النسبي المتناظر (التقاربي) SMRAE: Symmetric Mean Abs Percent Error=6.10

كل الإحصائيات أو المؤشرات السابقة تستعمل في دقة التنبؤ وأيضا للمفاضلة بين النماذج المرشحة لأجل عملية التنبؤ، حيث كلما كانت قيمها صغيرة كلما دل ذلك على أن النموذج المقدر هو الأفضل ودقته كبيرة في التنبؤ.

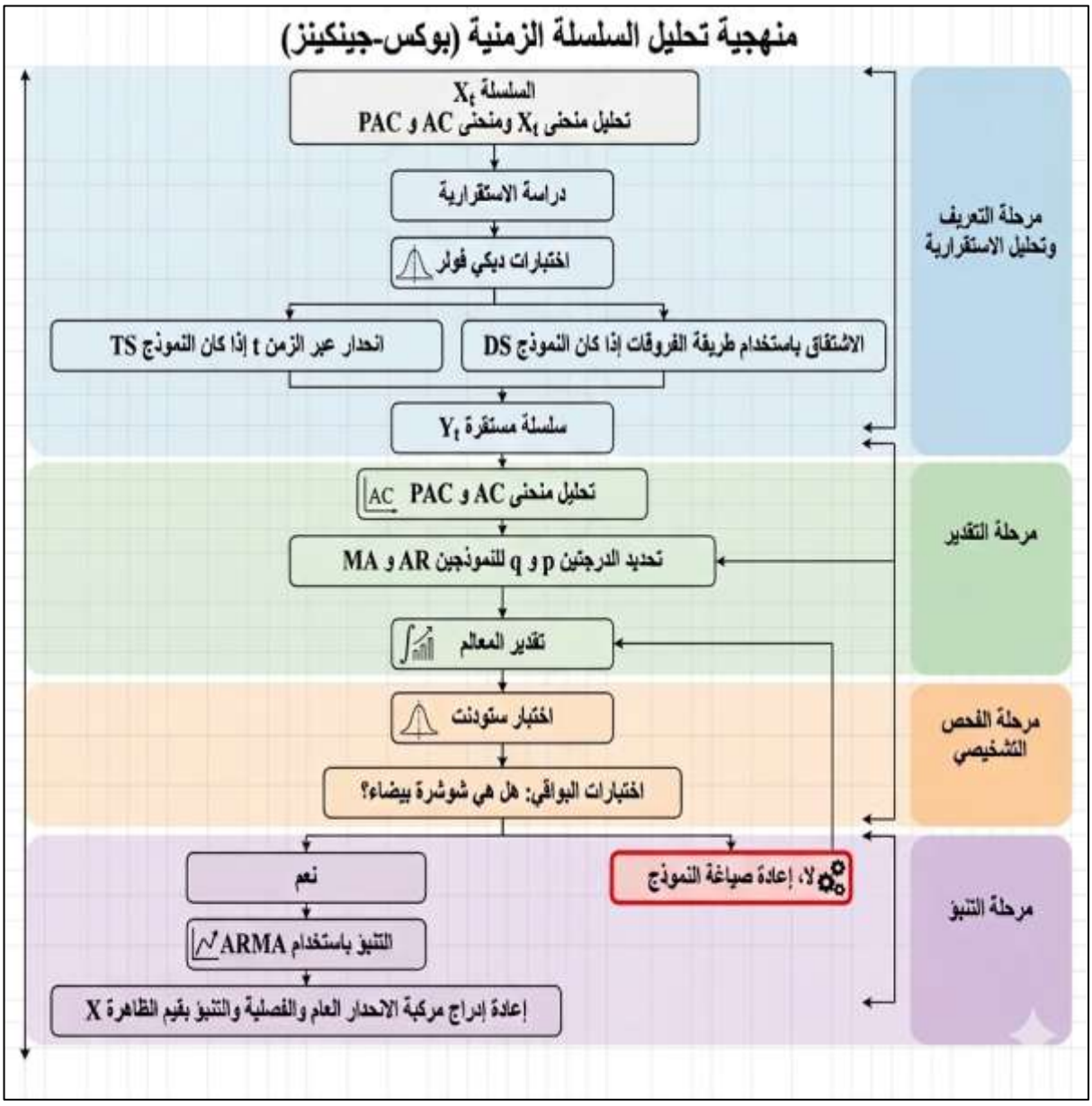
وإذا كان لدينا نموذج وحيد للتنبؤ فإننا نستعين بمعامل ثايل U:Theil=0.02 فكلما كانت قيمته صغير كان التنبؤ جيد باستعمال هذا النموذج

من أجل الحصول على القيم العددية المتنبئ بها للفترات الأربعة، يكفي فقط فتح المتغير Ytf في صفحة العمل لنحصل على ما يلي :

Series: YTF Workfile: BJ::Untitled\

View | Proc | Object | Properties | Print | Name | Freeze | Default

207	693.5778
208	696.9007
209	700.2236
210	703.5465
211	706.8694
212	710.1923
213	713.5152
214	716.8381
215	720.1610
216	723.4839
217	726.8068
218	730.1297
219	733.4526
220	736.7755
221	740.0984
222	743.4213
223	746.7442
224	750.0671


منهجية تحليل السلسلة الزمنية (بوكس-جينكينز)
السلسلة X_t
تحليل منحنى X_t ومنحنى AC و PAC
دراسة الاستقرارية
اختبارات ديكي فولر
انحدار عبر الزمن t إذا كان النموذج TS
الاشتقاق باستخدام طريقة الفروقات إذا كان النموذج DS
سلسلة مستقرة Y_t
تحليل منحنى AC و PAC
تحديد الدرجتين p و q للنموذجين AR و MA
تقدير المعالم
اختبار ستودنت
اختبارات البواقي: هل هي شوشرة بيضاء؟
نعم
لا، إعادة صياغة النموذج
التنبؤ باستخدام ARMA
إعادة إدراج مركبة الانحدار العام والفصلية والتنبؤ بقيم الظاهرة X
مرحلة التعريف وتحليل الاستقرارية
مرحلة التقدير
مرحلة الفحص التشخيصي
مرحلة التنبؤ

تمرين تطبيقي رقم 8:

بالاعتماد على بيانات التمرين التطبيقي رقم 2 قم بما يلي:

1- تطبيق منهجية بوكس وجينكيز على المتغيرات الثلاث.

2- التنبؤ لثلاث فترات لكل متغير

- البشير عبد الكريم .(2016) .*تحليل السلاسل الزمنية* ، دار الجنان للنشر والتوزيع، الأردن .
- خالد محمد السواعي.(2018). القياس الاقتصادي باستخدام برنامج Eviews، دار الكتاب الثقافي، عمان، الأردن.
- شعراوي .(2005) .*مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية* .مركز النشر العلمي، جامعة الملك عبد العزيز، جدة، السعودية .
- الصنوي .(2013) .*مادة EViews في الاقتصاد القياسي* .جامعة صنعاء، اليمن .
- صافي .(2015) *مقدمة في تحليل نماذج الانحدار باستخدام EViews* (الجزء الأول). الجامعة الإسلامية، غزة .
- عمار، حمد خلف .(2015) .*تطبيقات القياس الاقتصادي باستخدام برنامج EViews.* ، دار الدكتور للعلوم الإدارية والاقتصادية والعلوم الأخرى، العراق .
- جوادي، علي .(2021) .*محاضرات في مقياس طرق كمية مطبقة على الحاسوب* .مطبوعة بيداغوجية .
- شيخي محمد .(2011) .*طرق الاقتصاد القياسي: محاضرات وتطبيقات* .ط1، دار الحامد، الأردن .
- محمد واخرون .(2015) .*مقدمة تحليلية في مشاكل الانحدار باستخدام EViews 8.1* (الجزء الثاني). العراق .
- محمد رملي .(2022) .*تطبيقات الاقتصاد الكمي على برمجية EViews.* مطبوعة بيداغوجية .
- مولود، ح .(2010) .*السلاسل الزمنية وتقنيات التنبؤ قصير المدى* .ط3، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر .
- موسى جديدي .(2022) .*طرق كمية مطبقة على الحاسوب* .مطبوعة بيداغوجية .
- يحياوي، م .(2014) .*التقنيات الكمية في إدارة الأعمال: محاضرات وتمارين* .دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن .
- Bourbonnais, R. (2015). *Économétrie* (9th ed.). Paris: Dunod.
- Box, G. E. P., & Jenkins, G. M. (1976). *Time series analysis: Forecasting and control*. Holden-Day.

- Brooks, C., & Wichmann, R. (2019). *EViews guide to accompany introductory econometrics for finance*. Cambridge University Press.
- Charpentier, A. (2006). *Cours de séries temporelles: Théorie et applications*. Université Paris Dauphine, France.
- Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J., & Li, W. (2005). *Applied linear statistical models* (5th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics, 16*(3), 289–326.
- Shin, Y., Yu, B., & Greenwood-Nimmo, M. (2014). Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework. In *Festschrift in honor of Peter Schmidt* (pp. 281–314). Springer.
- Aljandali, A., & Tatahi, M. (2018). Economic and financial modelling with EViews: A guide for students and professionals. Springer.
- Arshed, N. (2020). Applied cross-sectional econometrics. EconSciences Press.
- Brooks, C., & Wichmann, R. (2019). EViews guide to accompany introductory econometrics for finance. Cambridge University Press.
- Sloboda, B. W. (Ed.). (2023). Econometrics: Recent advances and applications. IntechOpen.
- Menegaki, A. N. (2020). A guide to econometric methods for the energy-growth nexus. Elsevier.