

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الرقم:.....

جامعة أمحمد بوقرة – بومرداس



كلية العلوم الاقتصادية، التجارية وعلوم التسيير

## قسم العلوم الاقتصادية

مذكرة نهاية الدراسة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة الماستر

شعبة: العلوم الاقتصادية

## تخصص: اقتصاد كمي

بغنوان:

تنبؤ قصير المدى لقسم الاستكشاف البترولي حالة شركة سوناطراك  
للفترة

تحت إشراف الاستاذ :

د . كلو مهدي

من إعداد الطلبة:

لعراس سارة

رزوق فريال

السنة الجامعية: 2023/2022

## شكر و تقدير

أشكر الله رب العالمين الذي خلق و هدى و سدد الخطى فخرج هذا العمل بعونه و توفيقه نحمده حمدا كثيرا .  
فأننا نتقدم بالشكر الجزيل و العرفان بالجميل لكل من مد يد العون و المساعدة لإتمام هذا العمل وفي مقدمتهم أستاذنا الفاضل الاستاذ :  
"د . كلو مهدي" الذي قام بالإشراف على هذه المذكرة ،

كما نشكر قسم الاستكشاف لشركة سونطراك فرع بومرداس بصفة عامة على تقديم هذه الفرصة لنا للتدريب و التعلم  
و نشكر فريق المشرفين على رأسهم السيدة ب- نورية و السيد ع- محمد الذين قاموا بمرافقتنا وتوجيهنا و امدادنا بالنصائح الثمينة خلال فترة التربص بصفة خاصة .

كما لا ننسى أساتذة قسم العلوم الاقتصادية تخصص اقتصاد  
كمي على رأسهم الاستاذ د براهيم جمعاسي و الأستاذ د محمد بوشة  
و زميلنا في المتفوق شابني مراد الذي لم يبخل عنا بمعلوماته القيمة  
منذ بداية مشوارنا في الطور النهائي  
و في الاخير نشكر كل من حفزنا على العمل ولو بابتسامة أو كلمة  
تشجيع، كما أتقدم الى كل من ساهم من قريب أو من بعيد في إنجاز هذا  
العمل.

# الاهداء

إلى من بلغ الرسالة و أدى الأمانة .. و نصح الأمة نبي الرحمة و نور العالمين

سيدنا محمد صلى الله عليه و سلم

إلى نبع الحنان و كل الحنان ... إلى من تفرح لفرحي و تحزن لحزين إلى بر الأمان ... أمي العزيزة

إلى الذي يحترق من أجل أن ينير لي درب الحياة إلى الذي كان يزيد في عزيمة و قوتي ...

أبي العزيز

إلى إخوتي الذين أفاسمهم الماء و الهواء ، إلى فاتن و عمر و امين، إلى خالتي يسرف رشيدة و الى  
اجدادي أحياء و امواتا و الى خالي يسرف رشيد رحمه الله

و الى اصدقائي: لعراس سارة و هطال اشواق

فريال

# الاهداء

بالسعادة والافتخار، أهدي هذه المذكرة إلى أهلي ، الذين كانوا دائماً داعمين لي ومصدر إلهامي خلال سنوات دراستي و الذين وفروا لي الدعم والتشجيع طوال هذه الرحلة العلمية حيث كانوا دائماً بجانبني لمساعدتي في تخطي التحديات والوصول إلى أهدافي

و لأصدقائي الأعزاء وخاصة شريكتي في هذا العمل رزوق فريال

أهدي أيضاً هذه المذكرة إلى أخوتي وأخواتي الذين كانوا دائماً إلى جانبي، مشجعين وملهمين. أنتم جزء لا يتجزأ من هذا الإنجاز.

وأخيراً، أهدي هذه المذكرة إلى كل من آمن بقدرتي وشجعني لأصبح نسخة محسنة من نفسي هذا الإنجاز يعود لكم أيضاً

سارة

## ملخص:

تتناول هذه الدراسة موضوع التنبؤ قصير المدى لقسم الاستكشاف البترولي لشركة سونطراك. فكما نعلم فإن قطاع النفط والغاز يعد من أهم القطاعات في الاقتصاد الجزائري، حيث تلعب شركة سونطراك دورًا حيويًا في تحسين حجم الاحتياطيات وزيادة الإنتاج و هذا الأخير ما هو الا نتيجة استكشاف ناجح و استراتيجي .

اعتمدنا في هذه الدراسة على المنهجيات الإحصائية والرياضية لتحليل السلاسل الزمنية الخاصة بدراستنا. اين تمت المقارنة بين منهجية بوكس-جينكينز ومنهجية هولت-وينترز لتحديد الطريقة الأدق في عملية التنبؤ. وقد تم تطبيق الطرق على بيانات عينة محدودة نسبياً لمدة 42 عامًا من تاريخ الاستكشاف البترولي.

يتم تحديد الطريقة الأدق في التنبؤ عبر مقارنة نتائج منهجية بوكس-جينكينز ومنهجية هولت-وينترز بالتحديد معيار RMSE الخاص بكل سلسلة .

أظهرت الدراسة أن استخدام منهجية هولت-وينترز يمكن أن يوفر تنبؤًا أدق في المدى القصير مثلما يمكن ان يكون العكس أي ان نتائج التنبؤية تكون ادق عند الاعتماد على منهجية بوكس-جينكينز. تتمثل القيمة المضافة لهذه الدراسة في تحسين التنبؤ بحجم الاكتشافات وتحسين الاستراتيجيات الاستكشافية والاستثمارية لشركة سونطراك. ويمكن أن تساهم النتائج في تحسين أداء القطاع البترولي وتحقيق أهداف الاستدامة والنمو المستدام.

**كلمات مفتاحية:** التنبؤ قصير المدى، الاستكشاف البترولي، منهجية بوكس-جينكينز، منهجية هولت-وينترز، الاستثمار البترولي، شركة سونطراك، النفط والغاز، الاحتياطيات النفطية، الإنتاج البترولي.

### Résumé :

Cette étude traite comme sujet la prévision à court terme pour la division de l'exploration pétrolière de la société SONATRACH. Comme nous le savons, le secteur pétrolier et gazier est l'un des secteurs vitaux de l'économie algérienne, où SONATRACH joue un rôle crucial dans l'amélioration des réserves et l'augmentation de la production, résultant d'une exploration réussie et stratégique.

Pour cette étude, nous avons utilisé des outils statistiques et mathématiques pour analyser les séries chronologiques spécifiques à notre sujet. A la fin, Nous avons comparé les deux méthode utilisées qui étaient la méthodologie de Box-Jenkins et la méthodologie de Holt-Winters pour déterminer la plus précise en termes de prévisions. Ces méthodes ont été appliquées sur un échantillon de données relativement limité, couvrant une période de 42 ans de l'histoire de l'exploration pétrolière en Algérie .

La méthode la plus précise de prévision a été identifiée en comparant les résultats des méthodes de Box-Jenkins et de Holt-Winters à l'aide du critère RMSE pour chaque série.

Les résultats de l'étude ont montré que l'utilisation de la méthodologie de Holt-Winters peut fournir des prévisions plus précises à court terme, tout comme il peut en être le contraire, c'est-à-dire que les résultats prévisionnels peuvent être plus précis en utilisant la méthodologie de Box-Jenkins dans certains cas aussi .

La valeur ajoutée de cette étude réside dans l'amélioration de la prévision des découvertes pétrolières, ainsi que l'amélioration des stratégies d'exploration et d'investissement pour SONATRACH. Les résultats peuvent contribuer à améliorer les performances du secteur pétrolier et à atteindre les objectifs de durabilité et de croissance durable.

**Mots-clés : prévision à court terme, exploration pétrolière, méthodologie de Box-Jenkins, méthodologie de Holt-Winters, investissement pétrolier, SONATRACH, pétrole et gaz, réserves pétrolières, production pétrolière.**

### **Abstract :**

This study focuses on short-term forecasting for the petroleum exploration department of SONATRACH. As we know, the oil and gas sector is one of the vital sectors in the Algerian economy, where SONATRACH plays a crucial role in enhancing reserves and increasing production through successful and strategic exploration.

In this study, we employ statistical and mathematical methodologies to analyze time series data specific to our research. A comparison was made between the Box-Jenkins methodology and the Holt-Winters methodology to determine the most accurate forecasting approach. The methods were applied to a relatively limited sample of 42 years of petroleum exploration data.

The accuracy of the forecasting approach is determined by comparing the results of the Box-Jenkins and Holt-Winters methodologies using the RMSE criterion for each time series. The study reveals that using the Holt-Winters methodology can provide more accurate short-term forecasting, but the opposite can be true, relying on the Box-Jenkins methodology.

The added value of this study lies in improving the prediction of discovery of the exploration department of SONATRACH and enhance its exploration and investment strategies as well.

**Short-term forecasting, petroleum exploration, SONATRACH, oil and gas sector, reserves enhancement, production increase, statistical methodologies, mathematical analysis, time series data, Box-Jenkins methodology, Holt-Winters methodology, accurate forecasting, RMSE criterion, exploration department, investment strategies.**

# فهرس المحتويات

## فهرس المحتويات

	شكر وتقدير
	الاهداء
	الملخص
	الفهرس
	قائمة الجداول والاشكال والملاحق
أ	مقدمة
<b>الفصل الاول: الأسس النظرية لتنبؤ</b>	
6	المبحث الاول: مفاهيم أساسية حول تنبؤ وسلاسل الزمنية.....
6	المطلب 1: تعريف التنبؤ.....
8	المطلب 2: أنواع التنبؤ.....
9	المطلب 3: ماهية السلاسل الزمنية.....
9	الفرع الأول: تعريف السلاسل الزمنية.....
9	الفرع الثاني: أنواع السلاسل الزمنية.....
11	المطلب 4: مركبات سلسلة الزمنية وطرق الكشف عنها.....
14	المطلب 5: أنواع نماذج التنبؤ المعتمدة على تحليل السلاسل الزمنية.....
26	<b>المبحث الثاني: التنبؤ ببوكس جينكيز.....</b>
26	المطلب 1: مدخل الى منهجية بوكس جينكيز.....
26	المطلب 2: النماذج المستخدمة في بوكس جينكيز.....
26	الفرع الأول: AR.....
27	الفرع الثاني: MA.....
28	الفرع الثالث: ARMA.....
29	الفرع الرابع: ARIMA.....
29	الفرع الخامس: SARIMA.....
30	المطلب الثالث: منهجية بوكس جينكيز.....
33	<b>المبحث الثالث: التنبؤ ب Holt Winter.....</b>
33	المطلب الاول: تعريف بنموذج H-W.....
33	المطلب الثاني: طرق التمهيد الاسي.....
33	الفرع الاول: الأحادي.....
36	الفرع الثاني: الثنائي.....
38	الفرع الثالث: H-W.....
40	المطلب الثالث: أنواع نموذج H-W.....
40	الفرع الاول: مضافة.....
41	الفرع الثاني: مضاعفة.....
43	الفرع الثالث: المتضائلة.....
<b>الفصل الثاني: نظرة شاملة حول مؤسسة سونطراك- قسم الاستكشاف-</b>	
45	المبحث الاول: مدخل عام لشركة سونطراك.....
45	المطلب الاول: تعريف وتاريخ سونطراك.....
46	المطلب الثاني: التنظيم العام لمجمع سونطراك.....
48	المطلب الثالث: الهيكل التنظيمي لمجمع سونطراك.....
50	المبحث الثاني: قسم الاستكشاف EXP.....

50	المطلب الأول: تعريف بقسم الاستكشاف .....
51	المطلب الثاني: الهيكل التنظيمي لقسم الاستكشاف.....
52	المطلب الثالث: دور قسم الاستكشاف في سوناطراك .....
52	<b>المبحث الثالث : اكبر الاكتشافات في قسم الاستكشاف .....</b>
52	المطلب الأول: اكبر الابار المكتشفة في الجزائر وتاريخها.....
55	المطلب الثاني: طرق الاستكشاف النفطي والغازي.....
<b>الفصل الثالث: دراسة تطبيقية لتنبؤ قصير المدى لقسم الاستكشاف</b>	
58	<b>المبحث الأول: سلسلة الأمتار المحفورة <math>MF_t</math>.....</b>
58	تعريف السلسلة .....
58	التحليل الاولي لمنحنى سلسلة الأمتار المحفورة .....
59	تنبؤ بطريقة هولت وينتر.....
60	تنبؤ بطريقة بوكس جينكيز.....
	.....
69	<b>المبحث الثاني: سلسلة حجم الاكتشافات النفطية <math>VD_t</math>.....</b>
69	تعريف بالسلسلة.....
70	التحليل الاولي لمنحنى سلسلة الاكتشافات النفطية.....
71	تنبؤ بطريقة هولت وينتر.....
72	تنبؤ بطريقة بوكس جينكيز.....
83	<b>المبحث الثالث: سلسلة أسعار النفط <math>PRX_t</math>.....</b>
83	تعريف بالسلسلة.....
83	التحليل الاولي لمنحنى سلسلة أسعار النفط .....
84	تنبؤ بطريقة هولت وينتر.....
94	تنبؤ بطريقة بوكس جينكيز.....
96	<b>المبحث الرابع: سلسلة الاستثمارات الخاصة بقسم الاستكشاف البترولي <math>INV_t</math>.....</b>
96	تعريف بسلسلة.....
96	التحليل الاولي لمنحنى سلسلة الاستثمارات الخاصة بقسم الاستكشاف البترولي .....
97	تنبؤ بطريقة هولت وينتر.....
98	تنبؤ بطريقة بوكس جينكيز.....
112	<b>الخاتمة.....</b>
<b>قائمة المراجع</b>	
<b>ملاحق</b>	

## قائمة الأشكال:

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
58	منحنى التطور الزمني لسلسلة الأمتار المحفورة الخاصة بقسم الاستكشاف البترولي	01
60	رسم بياني لتنبؤات سنوات الثلاثة القادمة باستعمال طريقة Holt-Winters	02
60	منحنى دالة الارتباط الذاتي و الجزئي لسلسلة الامتار المحفورة عند المستوى $MF_t$	03
62	منحنى دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الجزئي لسلسلة الأمتار المحفورة عند الفروقات من الدرجة الأولى $DMF_t$	04
64	منحنى دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للنموذج ARIMA (0.7.1) الخاص بالسلسلة $DMF_t$ لاختبار الاستقرارية بالنسبة للمتوسط	05
65	منحنى دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للنموذج ARIMA (1.7.0) الخاص بالسلسلة $DMF_t$ لاختبار الاستقرارية بالنسبة للتباين	06
66	منحنى اختبار التوزيع الطبيعي للأخطاء Jarque-Berra لسلسلة الأمتار المحفورة	07
67	منحنى اختبار اختبار مقلوب جذر الوحدة على سلسلة الأمتار المحفورة	08
68	التمثيل البياني لسلسلة الأمتار المحفورة المتنبئ بها من 2023 إلى 2025	09
69	تمثيل بياني مقارن لمنحنى السلسلة المتنبئ بها مع السلسلة الاصلية	10
70	منحنى التطور الزمني لسلسلة حجم الاكتشافات النفطية	11
72	رسم بياني لتنبؤات سنوات الثلاثة القادمة باستعمال طريقة Holt-Winters لسلسلة الاكتشافات النفطية	12
73	منحنى دالة الارتباط الذاتي و الجزئي لسلسلة الاكتشافات النفطية عند المستوى $VD_t$	13
77	منحنى دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للنموذج ARMA (1.0.0) الخاص بالسلسلة $VD_t$ لاختبار الاستقرارية بالنسبة للمتوسط	14
78	منحنى دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للنموذج ARMA (1.0.0) الخاص بالسلسلة $VD_t$ لاختبار الاستقرارية بالنسبة للتباين	15
79	منحنى اختبار التوزيع الطبيعي للأخطاء Jarque-Berra لسلسلة الاكتشافات النفطية	16

80	منحنى اختبار مقلوب جذر الوحدة على لسلسلة الاكتشافات النفطية	17
81	التمثيل البياني لسلسلة الاكتشافات النفطية المتنبئ بها من 2023 الى 2025	18
82	منحنى مقارن لمنحنى السلسلة المتنبئ بها مع السلسلة الاصلية	19
83	منحنى التطور الزمني لسلسلة التطور السنوي لاسعار النفط	20
85	رسم بياني لتنبؤات سنوات الثلاثة القادمة باستعمال طريقة Holt-Winters لسلسلة اسعار النفط	21
86	منحنى دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الجزئي لسلسلة الأسعار $PRX_t$ عند المستوى	22
88	منحنى دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الجزئي لسلسلة لسلسلة الأسعار عند الفروقات من الدرجة الأولى $DPRX_t$	23
90	منحنى دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للنموذج $ARIMA (0.1.2)$ الخاص بالسلسلة لاختبار الاستقرارية بالنسبة للمتوسط	24
91	منحنى دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للنموذج $ARIMA (0.1.2)$ الخاص بالسلسلة $DPRX_t$ لاختبار الاستقرارية بالنسبة للتباين	25
92	منحنى اختبار التوزيع الطبيعي للأخطاء Jarque-Berra على سلسلة $DPRX_t$	26
93	منحنى اختبار مقلوب جذر الوحدة على لسلسلة أسعار النفط	27
94	التمثيل البياني لسلسلة الاكتشافات النفطية المتنبئ بها بطريقة Box-Jenkins من 2023 الى 2025	28
95	منحنى مقارن لمنحنى السلسلة المتنبئ بها مع السلسلة الاصلية	29
96	منحنى السنوي للمبالغ المستثمرة في الاستكشافات النفطية	30
98	رسم بياني لتنبؤات سنوات الثلاثة القادمة باستعمال طريقة Holt-Winters لسلسلة المبالغ المستثمرة	31
99	منحنى دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الجزئي لسلسلة المبالغ المستثمرة عند المستوى $INV_t$	32
101	منحنى دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الجزئي لسلسلة المبالغ المستثمرة عند الفروقات من الدرجة الأولى $DINV_t$	33
103	منحنى دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للنموذج $ARIMA (1.1.8)$ الخاص بالسلسلة لاختبار الاستقرارية بالنسبة للمتوسط	34
104	منحنى دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للنموذج $ARIMA (1.1.8)$ الخاص بالسلسلة لاختبار الاستقرارية بالنسبة للتباين	35
105	منحنى اختبار التوزيع الطبيعي للأخطاء Jarque-Berra على سلسلة $DINV_t$	35
106	منحنى اختبار مقلوب جذر الوحدة على سلسلة $DINV_t$	36
107	التمثيل البياني لسلسلة التطور السنوي للمبالغ المستثمرة المتنبؤ بها من 2023 الى 2025	37

108	منحنى مقارن لمنحنى السلسلة المتنبئ بها مع السلسلة الاصلية $INV_t$	38
-----	---	----

### قائمة الجداول :

الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
59	تقديرات معلمات نموذج التلميس الأسي ل Holt Winters للسلسلة الأمتار المحفورة	01
59	نتائج التنبؤ لسنوات الثلاثة المقبلة باستعمال نموذج Holt-Winters للسلسلة الأمتار المحفورة	02
61	نتائج اختبار ADF على سلسلة الأمتار المحفورة	03
63	جدول مقارن للنماذج الممكنة لسلسلة الأمتار المحفورة	04
65	مخرجات اختبار ARCH على برنامج EViews	05
68	نتائج التنبؤ بالسنوات الثلاثة المقبلة باستعمال نموذج Box-Jenkins	06
71	تقديرات معلمات نموذج التلميس الأسي ل Holt Winters للسلسلة حجم الاكتشافات	07
71	نتائج التنبؤ لسنوات الثلاثة المقبلة باستعمال نموذج Holt-Winters للسلسلة حجم الاكتشافات	08

74	نتائج اختبار ADF على سلسلة حجم الاكتشافات	09
75	جدول مقارنة للنماذج الممكنة للسلسلة حجم الاكتشافات	10
78	مخرجات اختبار ARCH على برنامج EVIEWS	11
81	نتائج التنبؤ بالسنوات الثلاثة المقبلة باستعمال نموذج Box-Jenkins	12
84	تقديرات معاملات نموذج التلميس الأسّي ل Holt Winters لسلسلة أسعار النفط	13
84	نتائج التنبؤ لسنوات الثلاثة المقبلة باستعمال نموذج Holt-Winters لسلسلة أسعار النفط	14
87	جدول ملخص لنتائج اختبار ADF على سلسلة أسعار النفط	15
89	جدول مقارنة للنماذج الممكنة للسلسلة أسعار النفط	16
92	مخرجات اختبار ARCH على برنامج EVIEWS	17
94	نتائج التنبؤ بالسنوات الثلاثة المقبلة باستعمال نموذج Box-Jenkins	18
97	تقديرات معاملات نموذج التلميس الأسّي ل Holt Winters للسلسلة المبالغ المستثمرة $INV_t$	19
97	نتائج التنبؤ لسنوات الثلاثة المقبلة باستعمال نموذج Holt-Winters لسلسلة المبالغ المستثمرة $INV_t$	20
100	جدول ملخص لنتائج اختبار ديكي فولر المطور ADF	21
102	جدول مقارنة للنماذج الممكنة لسلسلة المبالغ المستثمرة	22
104	مخرجات اختبار ARCH على برنامج EVIEWS	23
107	نتائج التنبؤ بالسنوات الثلاثة المقبلة باستعمال نموذج Box-Jenkins	24
109	جدول مقارنة بين طريقتي التنبؤ المطبقة على كل سلسلة	25

## قائمة الملاحق:

رقم الملحق	عنوان الملحق
01	نتائج اختبارات الاستقرارية ADF
02	الاستراتيجية التسلسلية المبسطة لاختبارات جذور الوحدة
03	جداول Dicky-Fuller
04	مخرجات برنامج EVIEWS لتقدير النموذج الخاص بالسلسلة MFt
05	اختبار ARCH-TEST لتشخيص البواقي الخاصة بالسلسلة MFt
06	مخرجات برنامج EVIEWS لتقدير النموذج الخاص بالسلسلة VDt
07	اختبار ARCH-TEST لتشخيص البواقي الخاصة بالسلسلة VDt
08	مخرجات برنامج EVIEWS لتقدير النموذج الخاص بالسلسلة PRXt
09	اختبار ARCH-TEST لتشخيص البواقي الخاصة بالسلسلة PRXt
10	مخرجات برنامج EVIEWS لتقدير النموذج الخاص بالسلسلة INVt
11	اختبار ARCH-Test لتشخيص البواقي الخاصة بالسلسلة INVt
12	البيانات المعتمدة في استخراج قيم معيار جذر مربع متوسط للأخطاء الخاص بطريقة BOX JENKINS



# مقدمة عامة

تعد الجزائر من الدول الغنية بالثروات الهيدروكربونية ، حيث تمتلك احتياطيات هائلة من النفط والغاز الطبيعي، كما تعتبر من أهم المنتجين والمصدرين للنفط في العالم و قد تم تأمين هذه الثروة في بداية السبعينيات (سياسة تأمين المحروقات سنة 1971)، أين أصبح النفط محرك الاقتصاد الوطني باعتباره يمثل حوالي 50% من الناتج المحلي الخام، وجوهر الصادرات الجزائرية بكونه يساهم بحوالي 98% في الصادرات الاجمالية، والمصدر الرئيسي للإيرادات المالية حيث يشكل حوالي 70% من إيرادات الجزائر، ومن ثم أصبح النمو الاقتصادي للبلاد مرهونا بتقلبات أسعار البترول والتي تعود اما بالربح او الخسارة على اقتصاد البلد.

و بالتالي فان حجم المسؤولية الملقاة على شركة سونطراك بصفة عامة و على قسم الاستكشاف بصفة خاصة كبيرة جدا . فكلما ارتفعت أسعار النفط ، شجع ذلك الشركات على غرارها شركة سونطراك في الاستثمار بشكل أكبر في مجال الاستكشاف، و الذي اذا باء باكتشاف مخازن جديدة سيساهم بطريقة مباشرة في تعزيز حجم الاحتياطيات وزيادة معدل الإنتاج و بالتالي تحقيق أقصى قدر من الربح.

و لذلك، يعد فهم آليات قطاع الاستكشاف البترولي والعوامل التي تؤثر فيه و كذا اجراء دراسات تنبؤية لكل من نتائج عمليات الاستكشافية المتوصل اليها من قبل قسم الاستكشاف ضرورياً لشركة سونطراك.

فالتنبؤ وسيلة من الوسائل المهمة للمؤسسات التي تساعد على معرفة الأنشطة التي يستوجب القيام بها كما تمكنها من معرفة تأثير التغيرات التي تطرأ على العوامل المحيطة و بالتالي تحسين عملية التخطيط اي تفادي الخسارة بتعظيم الارباح و تقليل الخسائر .

**إشكالية الدراسة:** في ضوء ما ذكرناه، تبرز ملامح اشكاليتنا التي نصيغها في السؤال الجوهرى التالي:  
ما هي طريقة التنبؤ الاكثر دقة ومصدقية من خلال مقارنة بين منهجية بوكس-جينكينز ومنهجية هولت وينتر؟

ومن اجل الاحاطة والاجابة باشكالية الدراسة قمنا بطرح التساؤلات الفرعية الاتية:

1. كيف يتم تحديد أدق طريقة تنبؤ من بين منهجية بوكس-جينكينز ومنهجية هولت-وينتر؟
2. هل يؤثر حجم العينة على دقة و نوعية نتائج عملية التنبؤ ؟
3. هل النتائج المتحصل عليها في عملية التنبؤ لقسم الاستكشاف باستخدام منهجية بوكس جينكينز ادق من النتائج المتحصل عليها بمنهجية هولت وينتر؟

**فرضيات الدراسة:** كاجابة اولية على التساؤلات الفرعية قمنا بوضع فرضيات التالية:

- المنهجية الاكثر دقة والاصح لتنبؤ في المدى القصير هي منهجية هولت وينتر.
- حجم العينة ليس مهم في عملية التنبؤ الأهم هو الطريقة المستعملة
- يتم تحديد ادق طريقة للتنبؤ من خلال مقارنة قيم معيار جذر مربع متوسط الخطأ (Root Mean Squar Error ; RMSE) فكلما كانت قيمة هذا المعيار اكبر قيمة كلما كانت الطريقة ادق

**اهمية الدراسة:** تكمن اهمية الدراسة في هذه المجموعة من النقاط:

- توفر المعلومات المستخلصة من هذه الدراسة اساليب لاتخاذ القرارات الاستراتيجية داخل قسم الاستكشاف .
- تطوير النموذج الامثل لتنبؤ في المدى القصير لنتائج دقيقة واكثر مصداقية للاكتشافات المحتملة لقسم الاستكشاف.
- تساعد وتسهل في تحسين استخدام الموارد المتاحة وتحسين ممارسات التخطيط و الاستكشاف.

**اهداف الدراسة:** تهدف هذه الدراسة الى:

- توضيح أهمية التنبؤ بصفة عامة و ابراز اهميتها في مجال الاستكشاف البترولي بصفة خاصة.
- التنبؤ بإمكانية اكتشاف مخازن بترولية جديدة
- ابراز دور ومكانة استخدام الأسلوب العلمي و الاحصائي في التوقع باستعمال كل من منهجية بوكس جينكينز و هولت وينتر في التنبؤ على المدى القصير.

**مجال الدراسة:**

**المجال الموضوعي:** تطرقة دراساتنا الى التنبؤ بالمدى القصير لقسم الاستكشاف البترولي لحالة سونطراك خلال الفترة 1980-2022.

**المجال المكاني:** أجريت دراستنا على مستوى قسم الاستكشاف (DIVISION EXPLORATION) لشركة سونطراك - فرع بومرداس .

**المجال الزماني:** يمتد المجال الزماني لدراستنا من سنة 1980 الى سنة 2022 .

**المنهج المستخدم في الدراسة:** لغرض الإجابة على الإشكالية الدراسة ولمعالجة هذا البحث بشكل جيد مع اتباع ضوابط منهجية البحث العلمي اعتمدنا على الجانب الوصفي تحليلي تاريخي فيما يخص الجانب النظري اما الجانب التطبيقي فاعتمدنا على الجانب الاستقرائي و الرياضي لبناء نموذج قياسي باستخدام نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية ARIMA فيما يخص منهجية بوكس جينكينز اما منهجية هولت وينترز فتختصر في تحديد معاملات التمهيد  $\alpha, \beta, \gamma$  ثم القيام بعملية التنبؤ .

**أدوات جمع البيانات** تحصلنا على قاعدة المعلومات والبيانات اللازمة لإتمام هذا البحث على مستوى قسم الاستكشاف البترولي من طرف المؤطر الخاص بنا هناك كما اعتمدنا في دراستنا لهذه البيانات على مصادر متنوعة لها علاقة بموضوعنا والمتمثلة في مجموعة من الكتب المحلية والأجنبية، المجلات، وريقات بحثية

**أدوات معالجة البيانات:** لغرض معالجة البيانات استعملنا طيلة بحثنا جداول إحصائية ورسومات بيانية مستخرجة من برنامج Eviews12.

**هيكل الدراسة:** من اجل تناول الموضوع بشكل محكم والالمام بمختلف جوانبه للوصول الى الأهداف المرجوة قمنا بتقسيم هذه الدراسة لجزئين القسم النظري والقسم التطبيقي كما يلي:

✓ **الجزء النظري:** تطرقنا من خلاله الى لاطار المفاهيمي للسلاسل الزمنية و التنبؤ و مختلف منهجياته كم اخذنا نظرة شاملة حول مقر تربصنا فكان تقسيم هذا الجزء كالتالي

- الاطار المفاهيمي للسلاسل الزمنية و التنبؤ
- نظرة شاملة حول شركة سونطراك و قسم الاستكشاف البترولي الخاص بها

✓ **الجزء التطبيقي:** وهو عبارة عن دراسة قياسية تنبؤية على مدى القصير لقسم الاستكشاف في الجزائر خلال مرحلة 1980-2022.

## الفصل الأول: الأسس النظرية للتنبؤ

## المبحث الأول: المفاهيم الأساسية حول التنبؤ والسلاسل الزمنية

## المطلب الأول: تعريف التنبؤ

هو عملية عرض حالي لمعلومات مستقبلية باستخدام معلومات تاريخية بعد دراسة سلوكها في الماضي، كما أن التنبؤ نقطة أساسية وضرورية لجميع وسائل التسيير لأنه يمثل قراءة لما سيكون عليه المستقبل.<sup>1</sup> ولأجل القيام بعملية التنبؤ بشكل دقيق لابد من إتباع الخطوات التالية:<sup>2</sup>

1. القيام بدراسة الظاهرة المعالجة وذلك من خلال تحليل السلسلة الزمنية التي تشمل قيم الظاهرة خلال فترات زمنية متتابعة.
  2. إجراء مقارنة دقيقة من أجل اختبار السلسلة الزمنية من حيث المدة.
  3. إمكانية معرفة ماذا كان النموذج المختار سيؤدي إلى إعطاء نتائج ذات مستوى أعلى أو أدنى.
  4. كما أن اكتشاف نوع المتغيرات له أهمية كبيرة في عمليات التنبؤ الإحصائي، وذلك بالاستناد على الافتراض القائم على أن السلسلة الزمنية لن تغير من سلوكها خلال فترات زمنية لاحقة، إذ لابد من الإلمام بطبيعة السلسلة الزمنية المراد دراستها وإجراء مقارنة منطقية للتعرف على طبيعة النموذج الذي يساعدنا على اختيار النموذج الأمثل.
- ويعتمد معيار التنبؤ على معيارين كمي ونوعي، الأسلوب النوعي يضم بدوره مجموعة من الطرق تقوم على الخبرة والرأي الشخصي، أما الأسلوب الكمي يعتمد على الأساليب والطرق الإحصائية.

- الفرع الأول: التنبؤ باستخدام الاقتصاد القياسي<sup>3</sup>

يهتم الاقتصاد القياسي بقياس العلاقة بين مختلف المتغيرات الاقتصادية والتنبؤ بالقيم المستقبلية للمتغير التابع أو الظاهرة موضوع البحث، ويعتمد الاقتصاد القياسي في التطبيق على النظرية الاقتصادية، ومختلف الأساليب والطرق الإحصائية مثل الانحدار الذاتي، كما أنه يساعد على تقديم تفسيرات عن التغيرات في قيم المتغير التابع.

■ منهج البحث في الاقتصاد القياسي:

يحتوي على أربع مراحل يمكن أجازها فيما يلي:

**المرحلة الأولى:** تعيين النموذج Spécification of the models أو مرحلة وضع الفروض.

**المرحلة الثانية:** تقدير المعلمات Estimation of models أو مرحلة اختبار الفروض.

**المرحلة الثالثة:** تقييم المعلمات المقدرة للنموذج Evaluation of the estimâtes .

<sup>1</sup> عاشور بدار، "آليات المفاضلة بين النماذج في التنبؤ بحجم المبيعات (الاختبار بين نموذج الانحدار والنموذج السلاسل الزمنية في التنبؤ) دراسة حالة مؤسسة ملينة الحضنة بالمسيلة، مجلة العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، المسيلة، العدد 13، سنة 2013، ص 203

<sup>2</sup> المرجع بوقروج نسيم، دراسة تنبؤية للمبيعات، دراسة حالة الشركة الوطنية لتأمين، مذكرة تخرج لنيل الماستر الأكاديمي تخصص علوم اقتصادية فرع تقنيات كمية مطبقة، جامعة عبد الحميد بن باديس، مستغانم، دفعة 2012/2013، ص 41

<sup>3</sup> عبد القادر محمد عبد القادر بن عطية، الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق، الدار الجامعية، مصر 2000، ص 16

## المرحلة الرابعة: اختبار مقدرة النموذج على التنبؤ . Evaluation of the forecasting

### • الفرع الثاني: التنبؤ باستخدام السلاسل الزمنية<sup>4</sup>

يرتكز التنبؤ في هذه الحالة على القيم الماضية لمتغير ما للتنبؤ بقيمته المستقبلية، دون تقديم تفسير للتغيرات في قيم المتغير إن دراسة السلاسل الزمنية أهمية كبيرة نظرا لما تقدمه من معطيات خاصة ببعض الظواهر أو المؤشرات المختلفة في فترة زمنية معينة، ومعطيات خاصة بظاهرة واحدة خلال سلسلة من الفترات الزمنية المتتالية. ومن خلال متابعة تغيرات هذه السلسلة يمكننا بصورة جيدة معرفة كيفية تطور ها مستقبلا وتحديد مختلف العوامل المؤثرة فيها.

❖ يمكن التفرقة بين ثلاثة أنواع عن طرق التنبؤ باستخدام السلاسل الزمنية:

1. طريقة تمهيد بيانات السلاسل الزمنية.
2. نماذج المتوسط المتحرك المتكامل ذات الانحدار الذاتي والتي تعرف بمنهجية بوكس جينكينز .
3. نماذج الانحدار الذاتي var .

### المطلب الثاني: أنواع التنبؤ.

يمكن إبراز عدة أنواع للتنبؤ وهذا وفقا للمعايير المتبعة في التقسيم التي يمكن ذكر أهمها كما يلي:

#### المعيار الأول: حسب فترة التنبؤ:

- وفق هذا المعيار يمكن أن نميز بين ثلاث أنواع من التنبؤ كما يلي:<sup>5</sup>

**التنبؤ قصير المدى:** وهو ذلك التنبؤ الذي يهتم بالعمليات اليومية لشركة الأعمال مثل متطلبات الموارد اليومية، ولا تتعدى فترة هذا التنبؤ شهرين. تجدر الإشارة إلى أن التنبؤ اليومي يهتم بالمستقبل الفوري.

**التنبؤ المتوسط المدى:** يمتد هذا التنبؤ من شهر أو شهرين إلى سنة أي يكون في فترة أقل من سنة. يرتبط هذا النوع من التنبؤات بصورة كبيرة بخطة الإنتاج السنوية مثل تأمين موارد إضافية السنة القادمة.

**التنبؤ الطويل المدى:** وهو التنبؤ الذي يكون أكثر من سنة، وهو يهتم بالتنبؤات الخاصة بتخطيط منتجات جديدة للأسواق المتغيرة أو تأمين طويل المدى مثلا بصفة عامة كلما توغلنا في المستقبل سعيا للتنبؤ كلما ازدادت صعوبته.

يجب الإشارة هنا إلى أن هذا التصنيف عام والفترة الخاصة بكل نوع قد تختلف من شركة إلى أخرى، فبالنسبة لبعض الشركات يمكن أن يكون التنبؤ متوسط المدى عددا من السنوات وبالنسبة للبعض الآخر لا.

<sup>4</sup> سميحة جلاب دراسة تحليلية تنبؤية لمبيعات الشركة الوطنية لخدمات الأبار شهادة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة مهندس دولة الجزائر

2011 ص41

<sup>5</sup> برناردو تابلور الثالث، ترجمة سرور على إبراهيم سرور، مقدمة في علم الإدارة الكتاب الثاني، دار المريخ للنشر، المملكة العربية السعودية،

2007

ص903- 904

## المعيار الثاني: حسب درجة التأكد

حسب هذا المعيار فإننا نفرق بين التنبؤ المشروط والتنبؤ غير المشروط كما يلي: <sup>6</sup>

## التنبؤ المشروط:

ويقصد به أن عملية التنبؤ بالمتغير التابع أو الظاهرة قيد الدراسة بصفة عامة خاضع أو مشروط بسلوك إحدى المتغيرات المستقلة (التفسيرية)؛ أي قيم المتغير التابع تكون مرتبطة بقيم المتغير المستقل. إن قيم المتغير المستقل لا تكون متاحة ومعروفة بأكاداة تامة بل يتوجب على القائم بعملية التنبؤ استخراج قيمها بطريقة ما أو تخمينها، هذا لأن دقة التنبؤ بقيمة المتغير التابع تكون مشروطة بمدى دقة القيم المفترضة للمتغير المفسر.

## التنبؤ غير المشروط:

يعتمد التنبؤ بقيم المتغير التابع حسب هذه الطريقة على معلومات مؤكدة ومتاحة عن المتغير المستقل.

## المطلب الثالث: ماهية السلاسل الزمنية.

## الفرع الأول: تعريف السلاسل الزمنية

تعرف السلسلة الزمنية لظاهرة ما على أنها مجموعة من المعطيات أو المشاهدات المأخوذة على فترات زمنية متتابعة حيث يختلف الزمن حسب نوع الظاهرة المشاهدة، وبعبارة أخرى فالسلسلة الزمنية لظاهرة ما معناه بيان قيم هذه الظاهرة خلال مدة زمنية معينة وتسمى المقادير أو القسم المشاهدة للسلسلة بالقيم الفعلية أو التاريخية وبذلك يمكن تمييز متغيرين، إحداهما مستقل وهو الزمن، والآخر هو القيمة الظاهرة وهو المتغير التابع ويرمز إليه بالرمز  $X_t$ .

ويمكن تعريف السلسلة الزمنية على أنها مجموعة من المشاهدات مأخوذة على فترات زمنية طويلة نسبياً متتابعة، ويمكن أن نميز بين نوعين من المشاهدات (مشاهدات فصلية وأخرى سنوية) <sup>8</sup>.

تدرس السلاسل الزمنية بهدف:

- التعرف على التطورات التي تطرأ على الظاهرة.
- معرفة أسباب ونتائج هذه التغيرات.
- العلاقة بين الظاهرة ومختلف الظواهر الأخرى.
- التنبؤ.

## الفرع الثاني: أنواع السلاسل الزمنية

يوجد نوعين من السلاسل الزمنية:

<sup>6</sup> خليفة دلهوم، أساليب التنبؤ بالمبيعات، مذكرة ماجستير في العلوم التجارية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة الحاج لخضر باتنة 2008/2009، ص 11-12

<sup>7</sup> سميحة جلاب دراسة تحليلية تنبؤية لمبيعات الشركة الوطنية لخدمات الأبار شهادة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة مهندس دولة (EX.INPS). الجزائر . 2011. ص 41

a. **السلاسل الزمنية المستقرة:**<sup>9</sup> تتحقق استقرارية السلسلة الزمنية ( $Y_t$ ) عندما ينعدم لاتجاه العام أي اعتمادا على الرسم البياني للملاحظات وكذلك إذا كان لها وسط حسابي وتباين ثابت خال من التأثيرات يقال أنها مستقرة عند تحقيق الشروط التالية:

1. ثبوت الوسط الحسابي  $E(X_t) = \mu$ .
2. ثبوت قيمة التباين  $var(X_t) = \sigma^2$ .
3. امتلاك سلسلتين  $X_t$  و  $X_{t+k}$  على الارتباط الذاتي وتباين ذاتي مشترك معتمد على نزع  $k$  فقط.

• الاستقرارية التامة:<sup>10</sup>

السلسلة الزمنية تامة السكون إذا كان توزيع الاحتمال التراكمي المشترك لأي مجموعة جزئية من المتغيرات التي تتكون منها السلسلة لا يتأثر بالإزاحة أي عدد من الوحدات الزمنية ; وبالتالي فإن السلسلة  $t$  تامة السكون إذا كانت دالة الاحتمال التراكمي المشتركة للمتغيرات  $(y_{t1}; y_{t2}; \dots; y_{tm})$  تساوي دالة الاحتمال التراكمي للمتغيرات  $(y_{t1+k}; y_{t2+k}; \dots; y_{tm+k})$ .

السكون التام يؤدي بالضرورة إلى ثبات متوسط وتباين السلسلة إذا كانت العزوم من الدرجة الأولى والثانية موجودة.

• الاستقرارية الضعيفة:<sup>11</sup>

تكون السلسلة ساكنة سكونا ضعيفا إذا كانت العزوم حتى الرتبة الثانية موجودة وتحقق الشروط التالية:

1. التوقع أو المتوسط لا يعتمد على الزمن  $t$ .
  2. التباين لا يعتمد على الزمن  $t$ .
  3. التغاير بين أي متغيرين يعتمد فقط على الفجوة الزمنية التي تفصل بينهما.
- نستنتج أن السلسلة الزمنية المستقرة هي تلك السلسلة التي تتغير مستوياتها مع الزمن دون أن يتغير المتوسط فيها وذلك خلال المدى الطويل نسبيا.

b. **السلاسل الزمنية غير مستقرة:**<sup>12</sup>

وفيها مستوى المتوسط يتغير باستمرار سواء نحو الزيادة أو النقصان ونميز نوعين من السلاسل الزمنية الغير المستقرة:

<sup>9</sup> الإء عبدالستار حمودات مقارنة بين نموذج التمهيد الاسي والنموذج اثر التداخل على الاسعار العالمية للتسعير مجلة تكريت للعلوم الصرفة 2013 ص 255

<sup>10</sup> G;P Nason :Stationary and non-stationary time series P3 P4.

<sup>11</sup> حضري خولة ،استخدام السلاسل الزمنية من خلال منهجية بوكس جينكيز في اتخاذ القرار الانتاجي "دراسة مطاحن رياض سطيف-وحدة تقوت- 2008-2013. أطروحة ماجستير،جامعة محمد خيضر بسكرة،كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير 2013-2014 ص 43

<sup>12</sup> Emalinavaud: method statistique de 1 econometrie,dunod ,paris,1981,p516

(a) نموذج DS(Différence stationary) :<sup>13</sup> هذه النماذج أيضا غير مستقرة وتبرز عدم

استقرارية العشوائية Stochastique وتأخذ شكل:  $Y_t = Y_{t-1} + \beta + \varepsilon_t$  ويمكننا

جعلها مستقرة باستعمال الفروقات أي:  $\nabla y_t = \beta + \varepsilon_t$

بحيث :

➤  $\beta$  : ثابت حقيقي

➤  $d$  : درجة الفروقات ، وغالبا تستعمل الفروقات من الدرجة الأولى في هذه النماذج  $d=1$

وتكتب من الشكل  $\nabla y_t = \beta + \varepsilon_t$  وتأخذ هذه النماذج شكلين:

1.  $\beta=0$  : يسمى نموذج DS بدون مشتقة ويكتب بشكل تالي:

$$Y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t$$

وبما ان  $\varepsilon_t$  تشويش ابيض فان نموذج يسمى نموذج السير العشوائي وهو الأكثر

استعمالا في دراسة أسواق المالية.

2.  $\beta \neq 0$  : يسمى نموذج DS بوجود مشتقة ويكتب بشكل تالي:

$$Y_t = y_{t-1} + \beta + \varepsilon_t$$

(b) نموذج TS(Stationary trend) : هذه النماذج غير مستقرة، وتبرز عدم إستقرارية

تحديديه وتأخذ الشكل التالي

$$y_t = f(t) + \varepsilon_t$$

بحيث:

دالة كثيرة الحدود الزمن خطية او غير خطية.  $F(t)$ :-

: تشويش ابيض.  $\varepsilon_t$  -

وأكثر هذه النماذج يأخذ شكل كثير الحدود من الدرجة الاولى، ويكتب من الشكل:

$$y_t = a_0 + a_1 t + \varepsilon_t$$

وهذا النموذج غير مستقر لان متوسطه مرتبط بالزمن، لكننا نستطيع جعله مستقرا بتقدير المعالم

$a_0$ ;  $a_1$  بطريقة المربعات الصغرى العادية.

✓ نستخلص من هذا كله شروط استقرار السلسلة:  $\forall t, h \in T$  <sup>14</sup>

$$E(\varepsilon_t) = 0$$

$$V(\varepsilon_t) = \delta^2$$

$$COV(x_t, x_{t-h}) = V(h)$$

➤ اهم اختبارات الجذرالوحدوي:

<sup>13</sup> شيخي محمد طرق الاقتصاد القياسي محاضرات وتطبيقات الطبعة 1 دار الحامد 2011 ص 206  
<sup>14</sup> مولود حشمان السلاسل الزمنية وتقنيات التنبؤ القصيرة المدى طبعة الثالثة 3 ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر سنة 2010 ص 83.

ان اختبارات الجذر الوجودي لا تعمل فقط على كشف مركبة الاتجاه العام، بل إنها تساعد على تحديد الطريقة المناسبة لجعل السلسلة مستقرة، ومن أجل التفريق بين هذه الاختبارات وجب المعرفة التامة للسلسلة TS و DS .

▪ اختبار ديكي فولر (DF(Dickey-fuller test):<sup>15</sup>

يعمل اختبار ديكي فولر على دراسة الاستقرارية او عدمها لسلسلة زمنية ما وذلك بتحديد مركبة اتجاه العام سواء كانت تحديدية او عشوائية لعرض هذا الاختبار نبدأ بنموذج السير العشوائي التالي الذي يسمى بنموذج الانحدار الذاتي من الدرجة الاولى AR(1) ويكتب على الشكل التالي:

$$Y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t$$

✓ بحيث:

$\varepsilon_t$  : حد الخطأ العشوائي، والذي يفترض فيه: وسط حسابي معدوم، تباين ثابت ، وقيم غير مرتبطة (عندئذ يسمى حد الخطأ أو التشويش الابيض).

يلاحظ أن معامل الانحدار يساوي الواحد 1 ، وإذا كان هذا هو الامر في الواقع، فإن هذا يؤدي إلى وجود مشكلة الجذر الوجودي الذي يعني عدم استقرار بيانات السلسلة، حيث يوجد هناك اتجاه في البيانات ، لذا إذا قمنا بتقدير الصيغة التالية:

$$Y_t = \varphi_1 + y_{t-1} + \varepsilon_t$$

وتضح ان  $\varphi = 1$  فان المتغير  $Y_t$  يكون لو جذر وحدة ويعاني من مشكلة عدم الاستقرار وتعرف السلسلة التي يوجد لها جذر مساوي للوحدة بسلسلة السير العشوائي وهي احد الامثلة للسلسلة غير مستقرة. يعتمد هذا الاختبار على ثلاث نماذج:

$$x_t = \varphi_1 x_{t-1} + \varepsilon_t$$

النموذج الاول:

(نموذج الانحداري من الدرجة الأولى)

النموذج الثاني:

$$x_t = \varphi_1 x_{t-1} + c + \varepsilon_t$$

(نموذج الانحداري ذو ثابت)

النموذج الثالث:

$$x_t = \varphi_1 x_{t-1} + b_t + c + \varepsilon_t$$

(نموذج الانحداري ذو نزعة)

✓ حيث:

C : ثابت .

Bt : مركبة اتجاه العام.

وفرضية هذا الاختبار هي:

<sup>15</sup> شياخي محمد مرجع سابق صص 206-211

$$H_0: \varphi = 1$$

$$/ \varphi / < 1 H_1:$$

إذا كانت الفرضية  $H_0$  محققة في إحدى النماذج السابقة فإن السياق ليس مستقر (عشوائي) لذلك نستعمل اختبارات القيمة  $(\varphi_1 - 1)$  بدلا من  $\varphi_1$ .

وبتعويض في معادلات نستعمل  $\Delta X_t$  بدلالة  $X_t$  أي  $(X_t - X_{t-1})$  فتصبح النماذج كالتالي:

**النموذج (1):**

$$x_t = \varphi_1 x_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$x_t - x_{t-1} = \varphi_1 x_{t-1} - x_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\Delta x_t = (\varphi_1 - 1)x_{t-1} + \varepsilon_t$$

**النموذج (2):**

$$\Delta x_t = (\varphi_1 - 1)x_{t-1} + c_t + \varepsilon_t$$

**النموذج (3):**

$$\Delta x_t = (\varphi_1 - 1)x_{t-1} + c_t + b_t + \varepsilon_t$$

فتصبح الفرضية :

$$H_0: \varphi - 1 = 1$$

ونقوم بالاختبار على النحو التالي :

-حساب  $\widehat{\varphi}_1$  القيمة التقديرية ل  $\varphi_1$  وذلك باستعمال طريقة المربعات الصغرى لنموذج (1) (2) (3).

-يوجد طريقتين لحساب  $t_c$  وهما:

$$t_c = n(\widehat{\varphi}_1 - 1)$$

$$t_c = \frac{(\widehat{\varphi}_1) - 1}{\sigma \widehat{\varphi}_1}$$

ثم نقارن  $t_t$  و  $t_c$  :  $t_t < t_c$

نقبل الفرضية الصفرية ; يوجد جذر احادي والسياق غير مستقر والعكس صحيح .

اما في حالة ديكي فولر المطور فان النماذج السابقة تتغير وتصبح كما يلي:

النموذج (4):

$$\Delta x_t = (\varphi_1 - 1)x_{t-1} - \sum_{j=2}^p \varphi_j \Delta x_{t-j+1} + \varepsilon_t$$

النموذج (5):

$$\Delta x_t = (\varphi_1 - 1)x_{t-1} - \sum_{j=2}^p \varphi_j \Delta x_{t-j+1} + c_t + \varepsilon_t$$

النموذج (6):

$$\Delta x_t = (\varphi_1 - 1)x_{t-1} - \sum_{j=2}^p \varphi_j \Delta x_{t-j+1} + c_t + b_t + \varepsilon_t$$

إن اختبارات ديكي فوالر لا تعمل فقط على كشف مركبة الاتجاه العام، ولكنها تعمل على تحديد الطريقة المناسبة لجعل السلسلة الزمنية تستقر<sup>16</sup>.

المطلب 4: مركبات سلسلة الزمنية وطرق الكشف عنها .

1. مركبات السلسلة الزمنية :

يقصد بتحليل السلسلة الزمنية أو كشف مركباتها بأنه عملية فصل مكونات السلسلة عن بعضها البعض بهدف تحديد تأثير كل مكون من هذه المكونات على قيم الظاهرة المدروسة وتتمثل مكونات السلسلة في أربعة أنواع رئيسية هي:

أ-الاتجاه العام.

ب-التغيرات الموسمية.

ج- التغيرات الدورية.

د-التغيرات العشوائية (غير المنتظمة).

وفيما يلي شرح مفصل لكل مكون من مكونات السلسلة الزمنية، والتطرق إلى أسلوب تقدير كل مكون من هذه المكونات باستخدام الطرق الإحصائية المناسبة وذلك على النحو التالي:

**2\_1\_ مركبة الاتجاه العام:** يعرف الاتجاه العام للسلسلة بأنه عبارة عن مقدار الاندفاع في الزيادة أو الانخفاض أو الثبوت في قيم ظاهرة ما خلال فترة زمنية معينة.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> Regis bourbonnais ; Econometrie ed dunod 4eme ,paris,2002,p231.

<sup>17</sup> حسن ياسين طعمة أساليب الإحصاء التطبيقي دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الطبعة الأولى سنة 2009، ص

يكون عامل الزمن هو المتغير المستقل في معادلة الاتجاه العام التي تأخذ في الغالب أحد الأشكال التالية : 18

$$Y = a_0 + a_1t$$

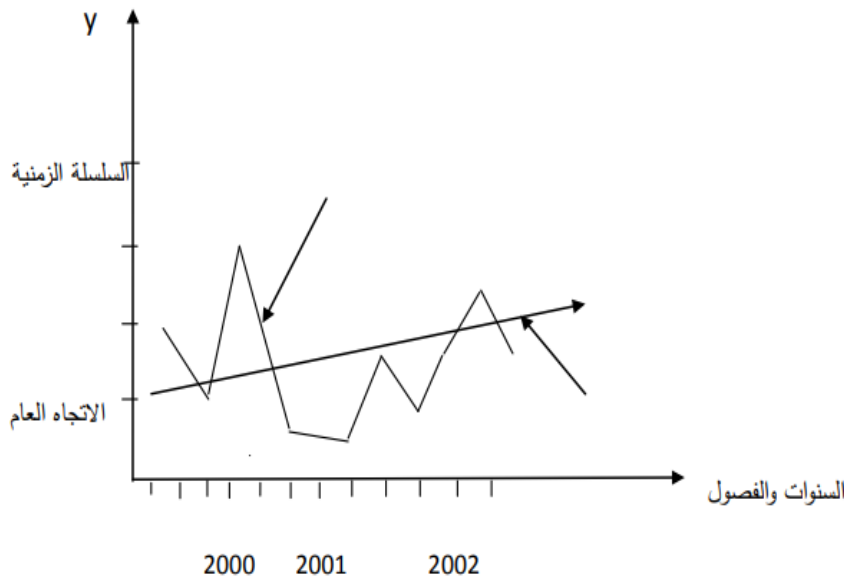
$$Y = a_0 + a_1 + a_2t^2$$

$$Y = a_0 + a_1Int$$

$$Y = a_0 + \frac{a_1}{t}, Y = a_0ta_1$$

والشكل البياني التالي يوضح الاتجاه العام المشاهدات ظاهرة ما خلال الفترة ( 2002\_2001 ) والسلسلة الزمنية للقيم الأصلية.

الشكل رقم (1) العنوان: مركبة الاتجاه العام.



المصدر : محاض  
2-2 المركبة المو

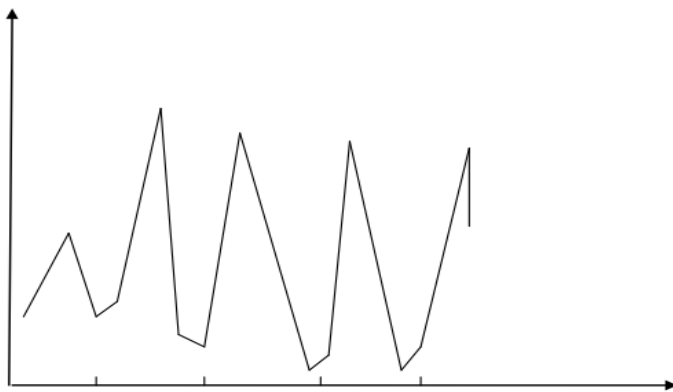
18 معتوق أمحمد الإحصاء الرياضي والنماذج الإحصائية ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر، ص162 .

تبين تغير الظاهرة المدروسة في المدى القصير، وهي ناتجة عن التغير في الفصول أو المواسم مثلا الإنتاج الزراعي إنتاج الكهرباء واستهلاكها... الخ.  
تسمى هذه التغيرات بالتغيرات الموسمية أو الفصلية، حيث تقترن بفترة زمنية معينة ويرمز لها بالرمز (S) حيث: <sup>19</sup>

$$S_{(t)} = S_t^1 C_1 + S_t^2 C_2 + \dots + S_t^L C_L = \sum_{j=1}^L S_t^j C_j$$

والشكل البياني التالي يوضح احتواء السلسلة الزمنية على المركبة الموسمية.

الشكل رقم (2) العنوان: المركبة الموسمية (الفصلية)



المصدر : محاضرات الا

ونظرا لتأثير الت

قياس التغيرات الموسمية بهدف استبعاد (إزالة) أثر هذا النوع من التغيرات من قيم الظاهرة المدروسة، والحصول على مشاهدات معدلة يطلق عليها اسم المشاهدات المجردة من أثر التغير الموسمي (الفصلي) وللتخلص من أثر التغيرات الفصلية في قيم الظاهرة قيد الدرس توجد عدة طرق تستخدم لهذا الغرض هي:

1\_ طريقة النسبة إلى المتوسط المتحرك.

2\_ طريقة المتوسطات البسيطة.

3\_ طريقة النسبة إلى المتوسط العام.

4\_ طريقة النسبة إلى الاتجاه العام.

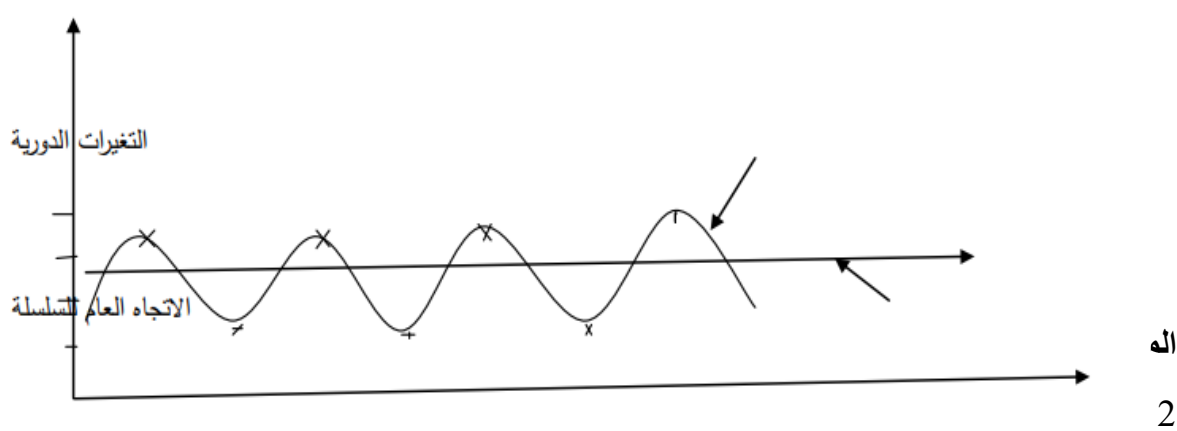
2\_3\_ مركبة التغيرات الدورية:

<sup>19</sup> جيلالي جلاطو. الإحصاء مع تمارين ومسائل محلولة. ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر. الطبعة السابعة. سنة 2007

يطلق عليها اسم مركبات الدورات الاقتصادية وهي التغيرات التي تطرأ على الحالة الاقتصادية بطريقة منتظمة وعلى فترات متباعدة تزيد كل منها عن السنة، يرمز لها بالرمز  $(T_t)$  تتناسب مراحلها مع مراحل الدورة الاقتصادية (لانتعاش الرواج الركود والكساد)، أما المدة المتوسطة لهذه الدورة فهي 5 سنوات.<sup>20</sup>

والشكل البياني التالي يوضح طبيعة التغيرات الدورية للسلسلة الزمنية لظاهرة ما خلال فترة معينة.

الشكل رقم (3) العنوان المركبة الدورية للسلسلة الزمنية.



تعرف أيضا باسم التغيرات غير المنتظمة، وهي التغيرات التي لا يمكن التحكم فيها والسيطرة عليها، وعدم إمكانية التنبؤ بها لفترات زمنية مستقبلية.

وبعد هذا النوع من التغيرات من أبسط العوامل المؤثرة على السلسلة الزمنية كونها أخطاء قد تحدث نتيجة تغيرات عرضية طفيفة لا يمكن التحكم في أسباب حدوثها.

وتحدث التغيرات غير المنتظمة لأسباب لا يمكن التنبؤ بها مثال ذلك الزلازل والبراكين أو الفيضانات والأعاصير أو الحرائق أو الحروب... إلخ، ويطلق على هذه التغيرات أحيانا بالتغيرات العشوائية أو العرضية.

ولتقدير التغيرات غير المنتظمة (I) ينبغي إمكانية تقدير بقية مكونات السلسلة الزمنية المتمثلة بالتغيرات الاتجاهية (T) والفصلية (S) والدورية (T).<sup>21</sup>

والشكل البياني التالي يوضح طبيعة التغيرات غير المنتظمة للسلسلة الزمنية لظاهرة ما خلال فترة معينة.

الشكل رقم (4) المركبة العشوائية



المصدر : كتاب نماذج و تقنيات التنبؤ القصير المدى لمولود حشمان

## 2. الكشف عن مركبات السلسلة الزمنية

يمكننا إبراز مركبات السلسلة الزمنية بطريقتين أولها تحليل المعلومات بيانياً أي من خلال استعمال العروض و الأشكال البيانية و الثانية باستعمال التحليل من خلال الاختبارات الإحصائية الحرة

### • الطريقة البيانية ( تحليل المعلومات بيانياً PLOT ):

يمكن كشف وجود مركبات السلسلة الزمنية عن طريق تحليل المعلومات بيانياً , فيمثل الاتجاه العام في تلك المركبة التي تدفع بمنحنى تطور السلسلة عبر الزمن إلى الأعلى ( ميل موجب ) , او الى الاسفل ( ميل سالب )،بينما تتعكس المركبة الدورية في الشكل البياني على هيئة قمم او انخفاضات بشكل منتظم يسمح لنا بتحديد فترة حدوث هذه الظاهرة اما المتغيرة العشوائية تتمثل في تذبذب الحاصل على مستوى السلسلة , اما المتغيرة الموسمية تتضح من خلال الانتظام الموجودة في تسجيل قيمة على الفصل الاخير لكل سنة او انخفاض في كل بداية سنة جديدة مثلاً .<sup>22</sup>

### • طريقة الاختبارات الإحصائية ( Statistical tests ) :

في الكثير من الاحيان ,يعتبر فيها الاختبار البياني للوحدة غير كافي للكشف الدقيق عن مركبات السلسلة مما يستلزم ادوات احصائية اخرى لهذا الغرض ,منها اختبار دانيال لكشف مركبة الاتجاه العام حيث يعتبر هذا الاخير من اهم المركبات التي تكون منحنى السلسلة الزمنية .

هناك ايضا اختبار كروسكال واليس ( Kruskall-Wallis ) للكشف عن المركبة الموسمية

## 1. تحديد و اكتشاف مركبة الاتجاه العام :

- الاختبارات الحرة : تسمى بهذا الاسم لانها لا تخضع بالضرورة لاي توزيع احصائي
- اختبار دانيال لكشف مركبة الاتجاه العام : يعتبر هذا الاختبار اقوى بكثير من الاختبار البياني , و هو يستعين بمعامل الارتباط سبيرمان حيث يعتمد هذا المعامل على قياس الارتباط الخطي بين ترتيبتين و يعرف معامل الارتباط ب :

<sup>22</sup> شيخي محمد طرق الاقتصاد القياسي محاضرات و تطبيقات , الطبعة الأولى , دار الحامد 2011 , ص 211.

$$RS = 1 - \frac{6 \sum D^2 i}{t(T^2 - 1)}$$

حيث تمثل D الفرق بين الترتيب التصاعدي و الزمني .

- اختبار نقاط الانعطاف : ( TURING POINT )

في هذا الاختبار لا نهتم بنقاط انعطاف المنحنى بحد ذاته بل بعدد مرات الصعود و النزول للمنحنى و بعدد مرات تغير الاشارة من الموجب الى السالب

من خلال حساب الفروقات من الدرجة الاولى ,حيث  $Y_t$  تمثل السلسلة قيد الاختبار

▪ الاختبارات الغير حرة :

تتمثل هذه الطريقة في افتراض وجود مركبة اتجاه العام في السلسلة اضافة الى العشوائية مع افتراض معرفة التوزيع الاحتمالي للاخطاء اي

$$Y_t = f(t, \mu_t)_t$$

حيث :

$$\mu_t = (0, \sigma^2)$$

بعد تحديد شكل الدالة  $Y_t = f(t, \mu_t)$  يتم اختبار معنوية معلمة الاتجاه العام باستخدام إحصائية ستودنت او الانحراف المعياري

2. الكشف عن المركبة الفصلية (الموسمية) :

▪ الاختبارات الحرة :

اختبار Kruskal-Wallis يستعمل خصيصا لكشف الفصلية ,ولا بد من إزالة الاتجاه العام قبل محاولة الكشف عن المركبة الفصلية , و صيغة الاختبار :

$$KM = \frac{12}{T(T + 1)} \sum_{i=1}^p \frac{H_i}{N_i} - 3(T + 1)$$

حيث :

$$KW \rightarrow \chi^2(P - 1)$$

▪ الاختبارات غير الحرة :

- الطريقة الانحدارية : تتمثل في افتراض وجود المركبة الفصلية في السلسلة بـ p من المؤشرات ويتم التعبير عنها بنفس العدد من المتغيرات التمثلية التي يتم تقدير معالمها ثم اختبارها إحصائيا.

دالة الارتباط الذاتي: تعتمد على فكرة الارتباط بين المشاهدات وفي فترات مختلفة، وتظهر الفصلية في هذه الدالة في شكل قمم وانخفاضات في فترات زمنية تعادل p أي تظهر القمة في دورة تعادل p و كذلك الانخفاض .

المطلب الخامس :أنواع نماذج التنبؤ المعتمدة على تحليل السلاسل الزمنية

المجموعة الأولى: نماذج التنبؤ غير الاتجاهية

هذه المجموعة تضم أربع مجموعات فرعية تتمثل فيما يلي:

1. نماذج التنبؤ بقيمة ثابتة (single-forecast model) <sup>23</sup>
  - واهم هذه نماذج هي :
  - نموذج الوسط الحسابي للعينة simple mean model.
  - نموذج وسيط العينة simple median model.
  - نموذج منتصف مدى العينة simple midrange model.

ويعتبر نموذج التنبؤ المعتمد على الوسط الحسابي هو الأكثر استخداماً نظراً لخصائصه المميزة من الناحية الرياضية، أما نموذج وسيط العينة فهو شائع الاستخدام في الحالات التي تتضمن فيها السلسلة الزمنية قيم شاذة Outliers، في حين أن نموذج منتصف المدى فيفضل استخدامه في الحالات التي يكون فيها حجم العينة صغيراً.
2. نماذج التنبؤ التحديثية <sup>24</sup> (Updating forecasting models)
  - تعتبر هذه النماذج أكثر دقة وواقعية من نماذج التنبؤ بقيمة ثابتة، إذ أنه يصعب الاعتماد على قيمة واحدة فقط للقيم التي ستكون عليها الظاهرة في المستقبل، هذا بالإضافة إلى الشروط التي تتطلبها هذه الطريقة يصعب توافرها في الواقع العملي. وتضم نماذج التنبؤ التحديثية:
  - نماذج التنبؤ التحديثية بقيمة واحدة غير ثابتة (one-step ahead forecasting models).
  - نماذج المتوسطات المتحركة (moving average models).
  - نماذج المتوسطات المتحركة الموزونة (المرجحة) (weighted moving average).
3. نماذج التمهيد الأسّي <sup>25</sup> (Exponential smoothing methods)
  - إن بداية ظهور نماذج التمهيد الأسّي واستخدامها في التنبؤ كان منتصف الخمسينات، وذلك على يد كل من Brown عام 1956 ثم Holt في عام 1957 ثم Magee في عام 1958، ومنذ ذلك الحين وأصبح لهذه الطرق العديد من التطبيقات في مختلف جوانب الحياة العملية، وتعتبر نماذج التمهيد الأسّي أحد أشكال طرق المتوسطات المتحركة، السابق الإشارة إليها، ولكن الاختلاف بينهما يكمن في أن المتوسطات المتحركة تعتمد على الأوزان المتساوية لقيم السلسلة الزمنية، في حين أن طرق التمهيد الأسّي تعطي أوزاناً ترجيحية، بحيث تكون للبيانات الحديثة أوزان أكبر من البيانات الأقدم، وهذا يعد أكثر منطقية ويتوافق مع الهدف من التنبؤ، الأمر الذي جعل هذه النماذج أكثر دقة واعتمادية، وبالتالي أكثر استخداماً في الواقع العملي، وذلك بالمقارنة بنماذج المتوسطات المتحركة، هذا بالإضافة إلى أنها تعتمد على الخطأ في التنبؤ في الفترات السابقة.
  - يعد أكثر هذه الطرق:

<sup>23</sup> Backam ;R.H;"Applied statistical time series analysis";englewood cliffs ;NJ:prentice Hall;1988;p98.

<sup>24</sup> Backam;R.H;p107

<sup>25</sup> Wei;w.w;"time series analysis:univariate and multivariate methods"NewYork: addisson-wesley 1989 pp461;463

➤ طريقة التمهيد الآسي الفردية (single exponential smoothing).  
 ➤ طريقة التمهيد الآسي الفردية التفاعلية (adaptive-response rate single exponential smoothing (ARRSES))  
 تتمتع نماذج التمهيد الآسي بالبساطة والسهولة وانخفاض بالتكاليف، وإن كانت أقل دقة بالمقارنة بالطرق الأخرى الأكثر تعقيدا مثل نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية والتي تعرف بنماذج ARIMA .

4. نماذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية ARIMA<sup>26</sup>  
 يعتبر العالمان Box. G ، Jenkins. G هما أول من قدما هذا الأسلوب في مجال تحليل السلاسل الزمنية، وذلك في كتابهما الشهير Time series analysis: Forecasting and control وهذا عام 1970 وقد أتى هذا الكتاب لتبيان طريقة التطبيق العملي لهذه النماذج لمختلف المجالات الاقتصادية والغير الاقتصادية وبناء النموذج الخطي لتنبؤ عن طريق أربع مراحل وهي:

- **المرحلة الأولى: تحديد النموذج** (model specification)<sup>27</sup>  
 ونقصد به تحديد رتبة كل من نموذج الانحدار الذاتي AR(p) ورتبة النموذج المتوسطات المتحركة MA(q) باعتبارهما النموذجين اللذين يتكون منه ARIMA.
- **المرحلة الثانية: 28** تقدير المعلمات الخاصة بالنموذج المقترح في الخطوة السابقة (model estimation)  
 يتم تحديد معلمات باستخدام احد هذه طرق التقديرية:
  - طريقة المربعات الصغرى الخطية Linear Least Square Method سواء شرطية أو غير شرطية.
  - طريقة المربعات الصغرى غير الخطية Non-Linear least square method.
  - طريقة الامكان الاعظم Maximum Likelihood method وهي طريقة الاكثر شيوعا واستعمالا.
- **المرحلة الثالثة: اختبار جودة نموذج .**
- **المرحلة الرابعة: التنبؤ (Forecasting)**  
 تمثل هذه المرحلة التطبيق العملي للنموذج المقترح، حيث يتم الحصول على القيم المتوقعة للظاهرة محل الدراسة.  
**المجموعة الثانية: 29** نماذج التنبؤ الاتجاهية  
 هذه المجموعة تحتوي على نموذجين وهما:
  - النماذج الخطية.

<sup>26</sup> 1: BOX ,G ;Jenkins ,g ; «time series analysis :forecasting and control” san Francisco:holden-day;1970

2: rasha M.EP-souda”time series identification” unpublished master’s thesis,faculty of economics and political sciences ,cairo university 2000pp18-19

<sup>27</sup> James, D. H., "Time Series Analysis", Princeton University Press, 1994, p 561

<sup>28</sup> Abraham, B. and Ledolter J., "Statistical methods for forecasting", John Wiley & Sons, 2005, pp 178-192

<sup>29</sup> Hyams, D., and Wood, F. S., Fitting Equations to Data, John Wiley & Sons, New York. Library Of Congress, 1980, p 134

➤ النماذج غير الخطية : وتضم هذه النماذج عدد كبير من الدوال، غالبا ما يتم تقسيمها إلى خمس مجموعات من الدوال كما يلي:

- العائلة الأسية Exponential family
- عائلة قوى الأس power family
- عائلة الكثافة-العائد yield density models
- عائلة النمو growth family
- نماذج اخرى miscellaneous family

### المبحث الثاني: التنبؤ ببوكس جينكيز

#### المطلب الأول: مدخل الى منهجية بوكس جينكيز

تعد طريقة التنبؤ بوكس جينكيز لعلاج السلاسل الزمنية المعقدة، وبصفة عامة في الحالات التي يكون فيها النموذج الابتدائي غير مطروح مسبقا. حيث تعتبر هذه الطريقة جد غنية ودقيقة من الناحية المنهجية وهي تعميم لتقنيات المتوسطة المتحركة وهي ما يقال عنها أنها عشوائية.

ان مبدأ هذه الطريقة يرتكز على فكرة أن معظم السلاسل الزمنية يمكن اعتبارها كمتوسطات عريضة ويمكن وصفها استنادا إلى نماذج مرجعية، غير أنه يفترض في السلسلة الزمنية بأنها تحدث بنموذج عرضي والى جانب فعالية هاته الطريقة يشترط أن تحتوي على 50 مشاهدة على الأقل.

قبل التطرق إلى منهجية بوكس جينكيز تجدر الإشارة التي النماذج المستخدمة ضمن هذه المنهجية.

#### المطلب الثاني: النماذج المستخدمة في بوكس جينكيز

ان التنبؤ باستعمال السلاسل الزمنية يتطلب نمذجتها، لهذا السبب اقترح بوكس جينكيز مجموعة من النماذج العشوائية المستقرة تسمى بنماذج الانحدار الذاتي (AR(Autoregressive) والمتوسطات المتحركة MA(Moving Aaverage) أما النماذج المختلطة فهي تشمل النوعين المذكورين والتي تسمى بنماذج الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك ARMA.

#### الفرع الأول: 30 نماذج الانحدار الذاتي AR(p)

يقال للعمليات التي يمكن اخضاعها بشكل:

$$Y = \varepsilon_t + \pi_1 y_{t-1} + \pi_2 y_{t-1} + \dots + \pi_p y_{t-1}$$

T=0 ;t-1 ;t-2

30 سمير مصطفى شعراوي: مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية، مركز النشر العلمي، المملكة العربية السعودية، ط1، ص174

هذه عمليات انحدار ال ذاتي من الرتبة (p) وقد جرت الاعراف الحصائية في مجال السلاسل الزمنية على كتابة هذه العمليات في صورة نموذج خاص بمعلمات معينة تميزها عن غيرها من المعلمات وهي:

$$y_t = \varepsilon_t + \varphi_1 y_{T-1} + \varphi_2 y_{T-2} + \dots + \varphi_p y_{T-p}$$

$$T=0 ; 1 ; 2 \dots$$

ان :  $\varphi_1 \varphi_2 \varphi_p$  هي المعالم الرئيسية لنموذج او معاملاته.

يتميز نموذج AR(p) بما يلي:<sup>31</sup>

- دالة ترابط ذاتي تمتد لا نهائيا وتتكون من خليط من التخامدات الاسية والتخامدات الجيبية.
- دالة ترابط ذاتي جزئي تتكون من اصفار بقيم التخلفات  $k > p$  اي:  
 $\varphi_{11} = \varphi_{22} = \dots = \varphi_{pp} \neq 0$

$$\varphi_{p+1,p+1} = \varphi_{q+2,q+2} = \dots = 0$$

ويسمى هذا قطعا في دالة الترابط الذاتي الجزئي بعدد التخلف  $k > p$

### الفرع الثاني:<sup>32</sup> نماذج المتوسطات المتحركة MA(q)

في الواقع هنالك العديد من الظواهر الطبيعية والاقتصادية والاجتماعية يمكن تمثيلها (بعد اخذ الفروق الأولى او الثانية) بنفس صورة الخطية ولكن باستخدام عدد محدود من الثوابت  $\Psi_j$  كالتالي:

$$y_t = \varepsilon_t + \Psi_{t-1} + \Psi_{t-2} + \dots + \Psi_{t-q}$$

ويقال للعمليات التي يمكن اخضاعها لهذا النموذج بعمليات المتوسطات

المتحركة MA من الرتبة q، وقد جرت الاعراف الاحصائية في مجال السلاسل الزمنية إلى كتابة هذه العمليات في صورة نموذج خاص بمعلمات معينة تميزها عن غيرها من العمليات وهي:

$$Y_t = \varepsilon_t - \phi_1 \varepsilon_{t-1} - \phi_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \phi_q \varepsilon_{t-q}$$

ان:  $\phi_1 ; \phi_2 ; \phi_q$  هي المعالم الرئيسية للنموذج.

يتميز نموذج MA(q) بما يلي:<sup>33</sup>

- دالة ترابط ذاتي تمتد لا نهائيا وتتكون من خليط من التخامدات الاسية والتخامدات الجيبية.
- دالة ترابط ذاتي جزئي تتكون من اصفار بقيم التخلفات  $k > p$  .  
 $p_1 = p_2 = p_3 = \dots = p_q \neq 0$   
 $p_{q+1,q+1} = p_{q+2,q+2} = \dots = 0$

<sup>31</sup> د.عدنان ماجد عبد الرحمن بري طرق التنبؤ الاحصائي جامعة الملك سعود 2002 ص57.

<sup>32</sup> سمير مصطفى شعراوي مرجع السابق ص201

<sup>33</sup> د. عدنان عبد الماجد بري المرجع السابق ص57.58

ويسمى هذا قطاعا في دالة الترابط الذاتي الجزئي بعدد التخلف  $k > p$ .

نلاحظ وجود الازدواجية بين نموذج MA و AR

### الفرع الثالث<sup>34</sup>: نماذج الانحدار الذاتي المتوسط المتحركة ARMA(p;q)

هناك عائلة كبيرة من النماذج التي يطلق عليها نماذج الانحدار الذاتي المتوسط المتحرك والتي أثبتت الابحاث الكبيرة في مختلف الميادين التطبيقية على تفوقها الهائل على الطرق التقليدية في التنبؤ.

ويعرف نموذج الانحدار الذاتي المتوسط المتحرك من الدرجة (p;q) ويرمز له بالرمز ARMA(p;q) لسلسلة الزمنية

مشاهدة  $(z_1, z_2, z_{n-1}, z_n)$  :

وتكتب بشكل التالي:

$$z_t = \sigma + \varphi_1 z_{t-1} + \varphi_2 z_{t-2} + \dots + \varphi_p z_{t-p} + a_t - \phi_1 a_{t-1} - \phi_2 a_{t-2} - \dots - \phi_q a_{t-q}$$

حيث :  $a_t \sim WN(0; \sigma^2)$  متسلسلة الضجّة البيضاء و  $-\infty < \sigma < +\infty$  معلم ثابت يمثل المستوي و  $\varphi_p ; \varphi_2 ; \varphi_1$  هي معالم الانحدار الذاتي و  $\phi_q ; \phi_2 ; \phi_1$  هي معالم المتوسط المتحرك.

يتميز نموذج ARMA(p;q) بمايلي:<sup>35</sup>

- دوال الترابط الذاتي والترابط الذاتي الجزئي للنموذج المختلط تمتد لا نهائيا وتتكون من خليط من التخامدات الاسية والتخامدات الجيبية التي تمتد الى الصفر كلما زاد التخلف  $k$ .
- عندما تكون  $k > p - q$  دالة الترابط الذاتي تتحدد من جزء الانحدار الذاتي للنموذج.
- عندما تكون  $k > q - p$  دالة الترابط الذاتي الجزئي تتحدد من الجزء المتوسط المتحرك للنموذج.

### الفرع الرابع<sup>36</sup>: نماذج الانحدار الذاتي التكاملي المتوسط المتحرك ARIMA(p ;d ;q)

تشمل هذه النماذج قسم الانحداري ذي درجة (p) وقسم المتوسطات المتحركة من الدرجة (q) والتي تكتب في شكل عام كالتالي:

$$y_t = \varepsilon_T + \varphi_1 y_{t-1} + \varphi_2 y_{t-2} + \dots + \varphi_p y_{t-p}$$

ويسمى هذا النوع من النماذج بنماذج الانحدار الذاتي المتوسط المتحرك المعدل ويرمز لها بالرمز ARIMA(p ;d ;q) وهي نوع من النماذج المتجانسة الغير مستقرة لان  $(\beta) \theta$  و  $(\beta) \emptyset$  جذريها قد يكون اكبر من الواحد لكن ليس دائما ويوجد كذلك جذر يساوي الواحد.

اذن  $(x_t)$  لنموذج غير مستقر، وحتى نحصل على شرط الاستقرارية نقوم بما يلي:

$$y_t = (1 - \beta)^d x_t$$

ان  $\Delta^d$  معامل الفروقات من الدرجة (d) حيث:

<sup>34</sup> د.عدنان عبد المجيد بري المرجع السابق ص26

<sup>35</sup> د.عدنان عبد المجيد بري المرجع السابق ص58

<sup>36</sup> صالح تومي، مدخل لنظرية القياس الاقتصادي، الجزء 1، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر 1999 ص177.

$$\Delta^d = (1 - \beta)^d x_t$$

فنموذج يصبح كمايلي:

$$\theta(\beta)\varepsilon_t = \phi(\beta)y_t$$

ثم نتحصل على سلسلة جديدة مستقرة.

### الفرع الخامس<sup>37</sup>: النماذج المختلطة ذو المركبة الفصلية SARIMA(p ; d ; q)

إذا كانت السلسلة المراد دراستها تحمل المركبة الفصلية يجب تفكيك السياق ARIMA بطريقة تجعلنا نشكل نموذج مقبول يمكن أن يمثل السلسلة ويكون على النحو التالي:

$$\Delta^d \phi_p(\beta) \nabla_s^d \phi_q(\beta^s) x_t = \theta_q(\beta) \theta_q(\beta^s) \varepsilon_t$$

حيث:

- $\varepsilon_t$  صدمات العشوائية.
- $(1 - \beta)^d = \Delta^d$
- $(1 - \beta^s) = \nabla_s$
- $S$  : تمثل الفترة الفصلية حسب طبيعة المعطيات.
- $S=4$  : في حالة المعطيات الفصلية.
- $S=12$  : في حالة المعطيات الشهرية.

النموذج  $\Delta^d \nabla_s^d x_t$  نموذج مستقر لان جذور كثيري الحدود  $\theta_q(\beta)$  و  $\theta_q(\beta^s)$  تختلف عن الواحد.<sup>38</sup>

### المطلب الثالث: منهجية بوكس جينكيز (مراحل)

تمر منهجية بوكس جينكيز في بناء نماذج السلاسل الزمنية بأربع مراحل وهي كالتالي:

#### 1. مرحلة التعرف (التشخيص)<sup>39</sup>: (Identification)

وهي اصعب مرحلة في تحليل بوكس جينكيز اذ يتم من خلالها تحديد نوع النموذج الذي يجب استخدامه ضمن نماذج ARIMA وأيضا تحديد  $p; d; q$  وهي رتب الانحدار الذاتي عدد الفروق المطبقة لارجاع السلسلة مستقرة، ودرجات المتوسطات المتحركة على الترتيب ويتم ذلك بعد:

- نزع التغيرات الموسمية: وهذا وفقا للنموذج التجميعي أو الجدائي للسلسلة الزمنية.
- نزع الاتجاه العام: وهذا وفقا لنوع (DS ; TS) وذلك وفقا للنتائج التي نتحصل عليها من اختبار ADF واذا تم الحصول على سلسلة مستقرة بعد تطبيق الفروق (d) مرة تصبح النماذج متكاملة من الدرجة d.

أما فيما يخص تحديد الدرجات  $p; q$  فيجب الاستعانة بخصائص دالة الارتباط الذاتي البسيطة والجزئية، فإذا كان شكل الارتباط يقع داخل حدود فترة الثقة 95% منذ البداية، فان معامل الارتباط الذاتي ACF لا يختلف جوهريا عن الصفر فهذا يعني أن السلسلة مستقرة ومتكاملة من الرتبة الصفر في هذه الحالة

<sup>37</sup> Michoud J-C ; david M ; la prevision empirique d'une methode statistique paris ; 1989 ; p54.

<sup>38</sup> مولود حشمان مرجع سابق ص 124

<sup>39</sup> ليندة تدرانت استخدام طريقة بوكس جينكيز لتنبؤ بمبيعات مؤسسة دراسة حالة مؤسسة مطاحن سيدي ارغيس بام بواقي مذكرة مكملة ضمن متطلبات شهادة الماستر الاكاديمي تخصص علوم اقتصادية فرع اقتصاد قياسي دفعة 2014-2015 ص 37-38

نجري تحليلاتنا على القيم الاصلية للمتغير  $y_t$ ، دون إجراء تحويلات عليها، أما إذا اتضح أن شكل الارتباط الذاتي يقع خارج مجال الثقة %95 في فترة طويلة ومعاملات الارتباط الذاتي تختلف معنويًا عن الصفر من أجل  $k$  كبير نسبيًا، فإن السلسلة  $y_t$  تكون غير مستقرة، في هذه الحالة يجب إجراء الفروقات من الدرجة الأولى ثم نجري عليها نفس التحليل مرة أخرى حتى نصل إلى سلسلة مستقرة، بعد

الحصول على الاستقرار فإنه يمكن دراسة الارتباطات الذاتية والارتباطات الذاتية الجزئية للسلسلة المستقرة لتساعدنا على تمييز نوعية السلوك الخاص بالانحدار الذاتي أو المتوسط المتحرك أو لكليهما معًا. كما يمكن تحديد الدرجات  $p$  و  $q$  باستخدام معيار المعلومات  $AIC$  أو معيار المعلومات  $SBC$  بحيث يتم اختيار النموذج  $ARMA$  الذي له أقل قيمة لمعيار المعلومات المذكورين<sup>40</sup>.

## 2. مرحلة تقدير النموذج<sup>41</sup>: (Estimation)

يتم تقدير نموذج  $ARIMA$  ليعطي العدد  $(p+q+1)$  من المعالم وذلك بعد اختيار قيم  $p; q; d$ . ويستخدم طريقة تقدير غير خطية بدلاً من طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية خاصة في حال وجود منهجية المتوسط المتحرك والذي يحتوي على حدود خطأ ليست معلومة. وفي هذه المرحلة عادة يتم تقدير عدة نماذج متقاربة يتم المقارنة بينها وعادة تكون معالم النموذج الجيد المقدر معنويًا تختلف عن الصفر وتكون مستقرة.

كذلك يمكن مقارنة مجموع مربع البواقي كمقياس لجودة النموذج. ونقوم بتقدير معالم نماذج تالية:

### ➤ تقدير معالم نموذج الانحدار الذاتي $AR(p)$ :

وهناك العديد من الطرق المستخدمة من أجل تقدير معالم نموذج الانحدار الذاتي وذلك باستخدام إحدى الطرق التالية:

- طريقة معادلات يول-ولكر.
- طريقة الانحدارية.

### ➤ تقدير معالم نموذج المتوسطات المتحركة والمختلطة<sup>42</sup>:

تعتبر نماذج  $MA(q)$  و  $ARMA(p; q)$  أعقد بكثير من حيث التقدير من النماذج الانحدارية، كونها غير خطية في المعالم من جهة، وعدم مشاهدة متغير الأخطاء من جهة أخرى، فهدف التقدير هنا هو تحديد معالم القسم الانحداري وقسم المتوسطات المتحركة  $ARMA(p; q)$  معًا أو معالم القسم المتوسطات المتحركة لوحدها في نموذج  $MA(q)$ .

## 3. مرحلة اختبار صلاحية النموذج<sup>43</sup>: (Validation)

بعد تقدير النموذج تأتي مرحلة اختبار صلاحية النموذج ومدى ولاءته في تمثيل الظاهرة المدروسة وقدرته الاحصائية على التنبؤ وهناك عدة طرق لهذا الاختبار من أهمها الاختبار المعتمد على معيار

BOX-Piers

<sup>40</sup> مروان درويش، "استخدام منهجية بوكس جينكينز للتنبؤ بالتدفقات النقدية في البنوك الفلسطينية دراسة حالة بنك فلسطين"، مجلة جامعة القدس المفتوحة للبحوث الإدارية والاقتصادية، المجلد الثالث، 2018، ص157

<sup>41</sup> حمد بن عبد الله الغنام، تحليل السلسلة الزمنية لمؤشر أسعار الاسهم في المملكة العربية السعودية: باستخدام منهجية بوكس - جينكينز، مجلة جامعة الملك عبد العزيز، الاقتصاد و الإدارة العدد 2 2003 ص12

<sup>42</sup> بن محسن زوليخة، دراسة تنبؤية قصيرة المدى باستخدام منهجية بوكس جنكينز دراسة حالة المديرية الجهوية للخطوط الجوية بورقلة 2010-2015 مذكرة ماستر اكايمي كلية علوم الاقتصادية والتجارية جامعة ورقلة 2015-2016 ص11

<sup>43</sup> طرشاني سهام استخدام منهجية بوكس جينكينز للتنبؤ بمعادلات التضخم في الجزائر خلال فترة 1970-2016 جامعة حسيبة بن بوعلي مجلة الإبداع المجلد 9 العدد 2019 ص 491

والذي يرمز له برمز  $Q$  وصيغته:

$$Q = n \sum_{k=1}^h r_k^2$$

بحيث:

$n$  هو عدد المشاهدات و  $h$  هو أعلى تخلف وكما انه في العادة تكون  $h$  مساوية ل 20 او يمكن اختيار عدة قيم ل  $x_t$  والمقارنة بين نتائجها.

4. مرحلة التنبؤ<sup>44</sup>: (Forecasting)

بعد تشخيص النموذج وتقدير معلماته وفحصه وتدقيقه يتم استخدامه في التنبؤ بالقيم المستقبلية للسلسلة الزمنية لمعرفة نمط وسلوك السلسلة الزمنية .

ويمكن توضيح مراحل بناء النموذج وفق منهجية بوكس جينكيز كالتالي:



### المطلب الأول: تعريف التمهيد الاسي ونشأته

يعود تأسيس أسلوب التمهيد الاسي للباحث Holt في سنة 1957م وكذلك الباحث Brown سنة 1962م ، تعد هذه الطريقة من بين الأساليب الشائعة في الحياة العملية، وتعتمد على فكرة أن المعلومات القديمة أقل أهمية من المعلومات الحديثة لهذا يجب أن تعطى وزناً أقل، بحيث يؤخذ التنبؤ الخاص بالفترة السابقة ويجرى عليه التعديل للحصول على التنبؤ الخاص بالفترة اللاحقة . ويعبر هذا التعديل على خطأ التنبؤ في الفترة السابقة ويتم حسابه بضرب خطأ التنبؤ في الفترة السابقة في معامل ثابت يتراوح بين 0 و

<sup>451</sup>. يصطلح أيضا على هذه الطريقة اسم طريقة التصفية أو الترشيح، وهي تعتبر أكثر دقة وفعالية من المتوسطات المتحركة كما أنها لا تحتاج إلى عدد كبير من البيانات التاريخية.<sup>46</sup> تشير كلمة تمهيد إلى إزالة أثر الحوادث الموسمية خارج التقلبات العشوائية من السلسلة الزمنية، أما كلمة أسي فهي تشير إلى أن معامل التمهيد يتناقص أسيا بمرور الزمن

ذلك أنه كلما كان المعامل كبير كلما أعطى ذلك أهمية كبيرة للمشاهدة الأكثر حداثة)<sup>47</sup>

من الجدير بالذكر أن للتمهيد الأسي طرق مختلفة، حسب طبيعة البيانات ساكنة أو غير ساكنة، موسمية أو غير موسمية، وهذا ما سنتطرق إليه في المطلب الثاني.

### المطلب الثاني: طرق التمهيد الاسي

#### ✓ الفرع الأول: التمهيد الاسي الأحادي

هذا النموذج يعطي أوزانا مختلفة لقيم الظاهرة القديمة تتناقص بمعدل متوالية هندسية بمعنى إنها تعطي أوزانا للبيانات الحديثة تكون أكبر من أوزان البيانات القديمة، وذلك للبيانات التي بها اتجاهية فقط وجدير بالذكر أن استخدام نموذج التمهيد الأسي المفرد في التنبؤ يكون لسنة واحدة فقط، ومن المعلوم أن قيمة معامل التمهيدي  $a$  تلعب دورا مؤثرا في مقدار التنبؤ النهائي، وأيضا في تقليل قيمة الخطأ للنموذج.

لتكن السلسلة الزمنية ذات  $T$  عدد حقيقي حيث  $(X_1 \dots X_T)$  مؤشرة تاريخيا ب:  $t=1 \dots T$ :

لنفرض أننا في الفترة  $T$  ونريد التوقع لقيمة  $X_{T+h}$  ونكتب:  $\hat{X}_T(h)$  قيمة التوقع و  $h \in N^*$  الذي يسمى مدى التنبؤ.

$a$  المتوقعة بطريقة التمهيد الأسي البسيطة مع ثابت التمهيد الأسي  $\hat{X}_T(h)$ . القيمة

هي:  $(0 < a < 1)$  حيث:

$$\hat{X}_T(h) = (1 - a) \sum_{j=0}^{T-1} a^j X_{t-j}$$

#### • وصف الطريقة :

هدفها هو الحصول في الزمن  $T$  على قيمتها التنبؤية في الزمن  $T+1$ .

الفكرة الأساسية للتمهيد الأسي بسيطة جدا، وتتمثل في ربط آخر ملاحظة متوفرة وآخر التنبؤ الذي يحسب عند الزمن  $T-1$

عند الزمن  $T$  لدينا:

$$\hat{X}_T = \hat{X}_{T+1}$$

اذن :

<sup>45</sup> بلمقدم مصطفى بن عاتق عمر، التنبؤ بالمبيعات وفعالية شبكات الإمداد محاولة للنمذجة - "، ورقة مقدمة إلى الملتقى الدولي: الأساليب الكمية ودورها في اتخاذ القرارات الإدارية، جامعة سكيكدة الجزائر، يومي 27 جانفي 2009، ص 5

<sup>46</sup> طويطي مصطفى الجودة والتخطيط الإجمالي للإنتاج في المؤسسات المصرفية باستخدام النماذج الرياضية والإحصائية حالة القرض الشعبي الجزائري - مذكرة ماجستير (غير منشورة) في العلوم الاقتصادية تخصص بحوث العمليات وتسيير المؤسسات كلية العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، جامعة أبو بكر بلقايد بتلمسان، 2009/2010، ص 147

<sup>47</sup> L.Chaumont, Statistique descriptive et prévision, 2010 /2011, article publier sur le site: www.math.univ-angers.fr publier [consulter le : 10/03/2013].

$$\hat{X}_{T+1} = aX_T + (1 - a)\hat{X}_T$$

$a \in [1,0]$  ثابت التمهيد المحصور بين 0 و 1، حيث :

$(T + 1)\hat{X}_{T+1}$ : التوقع عند اللحظة

$T \hat{X}_T$ : التوقع عند اللحظة

$TX_T$  : ملاحظة عند الزمن

الدلائل 48

$$\hat{X}_{T+1} = aX_t + (1 - a)[aX_{t-1} + (1 - a)\hat{X}_{T-1}]$$

$$= aX_{T-1} + a(1 - a)X_{T-1} + (1 - a)^2\hat{X}_{T-1}$$

كما تعطى العبارة العامة التالية

$$\hat{X}_{T+1} = aX_t + a(1 - a)X_{t-1} + a(1 - a)^2X_{T-2} + (1 - a)^3\hat{X}_{T-2}$$

$$\hat{X}_{T+1} = \sum_{j=0}^{t-1} (1 - a)^j aX_{T-j} + (1 - a)^j \hat{X}_T$$

$$= \sum_{j \geq 0} (1 - a)^j aX_{T-j}$$

$$\sum (1 - a)^j a = 1$$

لان :  $1 + X + X^2 + \dots = (1 - X)^{-1}$  ،  $1 > X > -1$

و عليه :  $\sum_{j \geq 0} (1 - a)^j a = \sum_{j \geq 0} (1 - a)^j = \frac{a}{[1 - (1 - a)]} = 1$

-وصف طريقة التمهيد الاسي البسيط

**اختيار التنبؤ الأولي :**

نعمد في حل هذه المشكلة على الاختيارات التالية :

- نأخذ  $\hat{X}_1 = X_1$  و هي ملائمة للسلسلة الأكثر تأثيرا
- نأخذ من اجل  $\hat{X}_1$ : معدل كل المعطيات
- و تتطبق خاصة في السلاسل التي تتذبذب حول قيمة ثابتة
- نأخذ من اجل  $\hat{X}_1$  معدل لبعض المعطيات الأولى اذا كان محصورا بين 1 و 2
- نستعمل التقريب اذا كان التنبؤ الأولي محدد بصفة مثلى

48 سرحان فاتح تحليل ونمذجة كمية توزيع المياه الصالحة للشرب بالمؤسسة العمومية الجزائرية للمياه حالة وحدة التوزيع بالجزائر العاصمة (مذكرة غير منشورة)، المعهد الوطني للتخطيط والإحصاء INPS، 2016، ص 73.

الاختيار الأمثل لتأبت التمهيدي :

من أجل الاختيار الأمثل لـ  $a$  نمر عبر المراحل التالية :

1. نختار واحدة من معايير متوسط مربع الخطأ

MES (Moyen des carré Erreur )

أو نختار معايير متوسط الخطأ المطلق (MEA (Moyenne absolu Erreur

حيث :

$$MES(e) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2$$

$$MEA(e) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |e_i|$$

2. اختيار التوقع الأولي

3. من أجل كل قيمة لـ  $\alpha$  مختارة نقوم بـ

4. مجموع حسابات التمهيدي الأسّي بتطبيق المخطط التالي من أجل  $T=t, \dots, 1$  نقوم بـ

$$e_t \leftarrow X_T - \hat{X}_T$$

$$X_{T+1} \leftarrow a e_t + \hat{X}_T$$

في النهاية نحسب قيمة المعيار السابق

✓ الفرع الثاني : التمهيدي الأسّي الثنائي (double exponential smoothing)

و هي طريقة خاصة ومكيفة للسلاسل الزمنية المحتوية على مركبة الاتجاه العام.

طريقة التمهيدي الأسّي المضاعف تحسب في البداية تمهيدياً أسياً يقوم على قيم التمهيدي الأسّي البسيط<sup>49</sup>. تطبيق التمهيدي الأسّي البسيط على سلسلة زمنية يحتوي مركبة الاتجاه العام تعطينا نتائج منهجياً أقل من الاتجاه العام.

و نفس النتائج عند إعادة تطبيق هذه الطريقة على الاتجاه العام المطور، لذلك نستعمل في هذه الحالة طريقة التمهيدي الأسّي المضاعف.

وطريقة التمهيدي الأسّي المضاعف للسلسلة الزمنية تكون من الشكل

$$X_T = a_t + b_t t + \varepsilon_t$$

وكما يدل عليه اسمه فإن تقنية التمهيدي الأسّي المضاعف تتضمن القيام بتمهيدين على السلسلة  $X_T$  نفرض أننا نتواجد في المجال المحلي و نقوم بحساب القيمة الممهدة للنموذج التحديدي.

$$X_T = a_t + b_t t$$

معادلات التمهيدي الأسّي المضاعف هي:

معادلاته هي:  $\hat{X}$  الكتابة المعبرة عن هي :

$$\hat{X}_T = a X_{T-1} + (1 - a) \hat{X}_{T-1}$$

<sup>49</sup> Regis Bourbonnais, opt.cit, p 54.

بطريقة التمهيد الآسي البسيط  $X_{t+1}$  قيمة السلسلة الممهدة الموافقة للتنبؤ  $X_T$  حيث

$$\hat{X}_T = a\hat{X}_T - \hat{X}_{T-1}$$

القيمة الملاحظة بالتمهيد الآسي المضاعف  $\hat{X}$ .

و عليه فالتنبؤات تحسب بالمعادلات التالية :

$$X_{T-1,T}^m = a_t + b_t \dots \dots (1) \quad (t = 2 \dots n + 1)$$

$$a_t = 2\hat{X}_T - \hat{X}_T$$

حيث

$$\bar{a} = \frac{1-a}{a} b_t = \frac{1}{a} (\hat{X}_T - \hat{X}_T)$$

المعادلة (1) تصبح :

$$X_{n,n+h}^m = a_{n+h} + b_{n+h} \times h. \quad (h = 2, 3 \dots)$$

ومنه فالتنبؤ بالتمهيد الآسي المضاعف عبارة عن مستقيم ذو قيمة أصلية وميل للقيمتين

الأخيرتين  $a_t$  و  $b_t$

استعمال التمهيد الآسي المضاعف :

في الزمن  $t = 1$  لدينا :

$$\hat{X}_1 = aX_0 + (1 - a)\hat{X}_0$$

$$\hat{\hat{X}}_1 = a\hat{X}_1 + (1 - a)\hat{\hat{X}}_0$$

مع العلم ان  $\hat{\hat{X}}_0, \hat{X}_1, \hat{X}_0, X_0$  غير معلومة

ان فالحسابات تبدأ من  $t=2$  في حالة عدم تحديد  $\hat{X}_1$  و  $\hat{\hat{X}}_1$

توجد عدة إجراءات أولية و مختلفة للتمهيد الآسي المضاعف

$$\hat{x}_1 = x_1 \quad \text{و} \quad \hat{\hat{x}}_1 = \hat{x}_1$$

الاجراء السهل يعتمد على اختيار  $\hat{x}_1 = \hat{\hat{x}}_1 = x_1$

و عليه فان

•  $a_t, b_t$

باستعمال المعادلات  $\hat{x}_1, \hat{\hat{x}}_1$

في تقريب اخر نبحت عن استنتاج من اجل  $t=1$ .

$$t = 1 \begin{cases} a_1 = 2\hat{x}_1 - \hat{\hat{x}}_1 \\ b_1 = \frac{1}{a} (\hat{x}_1 - \hat{\hat{x}}_1) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = a_1 - \bar{\partial} b_1 \\ \hat{x} = a_1 - 2\bar{\partial} b_1 \end{cases}$$

(السلسلة)  $x_t = a_t + b_t t + \varepsilon_t$  هما الترتيب الأصلي و الميل على الترتيب لأن  $a_t$  و  $b_t$  نقوم بتقديرها بطريقة المربعات الصغرى و ذلك انطلاقا من المعطيات السابقة  $x_t$  من اجل  $t = 1 \dots \dots n$

غير ان هذا الاجراء يكون متعكسا مع التمهيد الأسي المضاعف الذي يطبق على السلاسل الخطية

✓ الفرع الثالث : طريقة هولت ونتر

هذه الطريقة تعتبر من أحسن طرق التمهيد وذلك يرجع لقدرتها على معالجة السلاسل الزمنية ذات المركبتين, الفصلية و الاتجاه العام وكذا المركبة العشوائية. وتعمل على إدخال المركبة الفصلية مباشرة في النموذج دون إزالتها الشكل الجدائي<sup>50</sup>:

السلسلة تكتب في هذه الحالة كالتالي:

$$X_T = (a_t + b_t)S_t + \varepsilon_t$$

لدينا ثلاث تمهيد مختلفة و محققة و هي

حيث

تمهيد المتوسط مع معامل التمهيد:  $\partial$

$$(\partial \in [0, 1])\partial_t$$

تمهيد الاتجاه العام مع معامل التمهيد:  $\beta$

$$(\beta \in [0, 1])\beta_t$$

تمهيد الفصلية مع معامل التمهيد:  $\gamma$

$$(\gamma \in [0, 1])S_t$$

الشكل التجميعي: السلسلة الزمنية تكتب في هذه الحالة كالتالي:

$$X t = a_t + b_1 t + S + \varepsilon_t$$

- المعادلات

معادلات الثوابت:  $S_t, b_t, a_t$ .

تمهيد المتوسط:  $a_t = \alpha(x_t - S_{t-m}) + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$

تمهيد الاتجاه العام:  $b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$

تمهيد الفصلية:  $S_t = \gamma(x_t - a_t) + (1 - \gamma)S_{t-1}$

التنبؤ (h) على فترة هو:

$$\hat{X}_{t+h} = (a_t + hb_t) + S_{t-m+h}$$

<sup>50</sup> عدنان ماجد عبد الرحمن بري، طرق التنبؤ الإحصائي، املرجع السابق، ص231.

• اذا كان  $1 \leq h \leq m$

$$\hat{X}_{t+h} = (a_t + hb_t) + S_{t-2m+h}$$

• اذا كان  $m + 1 \leq h \leq 2m$

في هذه الحالة مبدأ حفظ المجالات يستلزم:

$$\sum_{i=0}^m S_i = 0$$

تكون مثلى كما هو الحال في الطرق بدون الفصلية حيث نأخذ  $\gamma, \beta, \alpha$  الثوابت اصغر مجموع مربعات الأخطاء المتوقعة بين القيمة الملاحظة في السلسلة الزمنية و القيمة المحتملة.

### المطلب الثالث: أنواع طرق holt winters

الفرع الأول : طريقة هولت وينترز المضافة<sup>51</sup>

بشكل عام تعتبر هذه الطريقة هي المناسبة للتنبؤ بالسلاسل الزمنية التي يمكن كتابتها على الشكل

التالي:

$$Y_t = (\beta_0 + \beta_1 t) + S_{Nt} + I_{Rt}$$

حيث أن :

S<sub>Nt</sub>: يمثل مركب الموسمية

I<sub>Rt</sub>: يمثل المركب العشوائي

كما ويفضل استخدام هذه الطريقة عندما تكون التغيرات الموسمية ثابتة على طول السلسلة الزمنية وفيما يلي معادلة التنبؤ ومعادلات التمهيد الخاصة بهذه الطريقة

$$\hat{y}_t + h/t = Lt + hbt + S_{t-m+hs} + \dots \dots \dots$$

$$Lt = \alpha(Y_t - S_t - m) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + bt - 1) \dots \dots \dots$$

$$bt = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)bt - 1 \dots \dots \dots$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_{t-1} - bt - 1) + (1 - \gamma)S_{t-m} \dots \dots \dots$$

حيث ان :

$Y_t$ : القيم الحقيقية للسلسلة الزمنية عند الزمن  $t$ .

<sup>51</sup> خلود جمال عوض الله استخدام نماذج sarima, holt-winters في التنبؤ بالسلاسل الزمنية الموسمية ، مذكرة ماجستير جامعة الأزهر (غزة)

كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية ، قسم الإحصاء التطبيقي، ص54.

$L_t$ : تقدير المستوى للسلسلة الزمنية عند الزمن  $t$ .  
 $T_t$ : تقدير الاتجاه (الميل) للسلسلة الزمنية عند الزمن  $t$ .  
 $S_t$ : تقدير الموسمية للسلسلة الزمنية عند الزمن  $t$ .  
 $a$ : معامل التمهيد للمستوى  $(0 \leq \alpha \leq 1)$ .  
 $\beta$ : معامل التمهيد للاتجاه العام  $(0 \leq \beta \leq 1)$ .

$\gamma$ : معامل التمهيد للموسمية  $(0 \leq \gamma \leq 1)$ .  
 $m$ : طول فترة الموسمية

و يمكن صياغة معادلات التمهيد السابقة باستخدام الاخطاء المصححة كما يلي

$$L_t = L_{t-1} + b_{t-1} + \alpha e_t$$

$$b_t = b_{t-1} + \alpha \beta e_t$$

$$S_t = S_{t-m} + \gamma e_t$$

حيث ان :

$$e_t = Y_t - (L_{t-1} + b_{t-1} + S_{t-m}) = Y_t - Y_{t/t-1}$$

الفرع الثاني : طريقة هولت و وينترز المضاعفة<sup>52</sup>

بشكل عام تعتبر هذه الطريقة هي المناسبة للتنبؤ بالسلاسل الزمنية التي يمكن كتابتها على الصورة التالية:

$$Y_t = (\beta_0 + \beta_1 t) * S_{Nt} * I_{Rt}$$

كما ويفضل استخدام هذه الطريقة عندما تكون التغيرات الموسمية متزايدة على طول السلسلة الزمنية أي أن التغيرات الموسمية تتناسب مع مستوى السلسلة ، وفيما يلي معادلة التمهيد الخاصة بهذه الطريقة :

$$\hat{y}_{t+h} = (L_t + h b_t) S_{t-m} + h m$$

$$L_t = \alpha (Y_t / S_{t-m}) + (1 - \alpha) (L_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1}$$

$$S_t = \gamma (Y_t / L_{t-1} + b_{t-1}) + (1 - \gamma) S_{t-m}$$

<sup>52</sup> Holt, C.C. (1957). "Forecasting trends and seasonals by exponentially weighted averages, Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh ONR memorandum, no. 52.

إيجاد القيم الأولية لطريقة هولت وينتر المضاعفة: 53

إن كل طرائق التمهيد الأساسي تحتاج للقيم الأولية للمركبات للبدء بالخوازمية، ولإيجاد تنبؤ طريقة holt-winters multiplicative نحتاج للقيم الأولية للمستوى  $l_t$  (level) والاتجاه  $b_t$  (trend) والمركبة الموسمية  $s_t$ ، حيث نحتاج على الأقل إلى بيانات موسم كامل، لذلك نقوم بإعطاء قيم أولية إلى المستوى والاتجاه عند الزمن 5 بالصيغة الآتية:

$$L_s = \frac{1}{s} (y_1 + y_2 + \dots + y_s)$$

تلاحظ أن هذه المعادلة عبارة عن متوسط متحرك من الرتبة  $s$ ، حيث نتخلص بذلك من الموسمية في البيانات

أما بغرض إعطاء قيم أولية إلى الاتجاه من الملائم اخذ موسمين كاملين (2s period) ويحسب بالصيغة الآتية:

$$b_s = \frac{1}{s} \left[ \frac{Y_{s+1} - Y_1}{s} + \frac{Y_{s+2} - Y_2}{s} + \dots + \frac{Y_{s+s} - Y_s}{s} \right]$$

ويلاحظ أن كل حد من حدود هذه المعادلة عبارة عن تقدير الاتجاه على موسم كامل، حيث أن التقدير الأولي إلى  $b_s$  تعطى كمتوسط إلى  $s$  من الحدود، وأخيرا فان المركبة الموسمية يتم إعطاؤها قيما أولية باستخدام النسبة إلى أول مجموعة بيانات إلى متوسط أول سنة وبحسب الصيغة الآتية:

$$S_1 = \frac{Y_1}{L_1} \quad S_2 = \frac{Y_2}{L_2} \quad \dots \quad S_s = \frac{Y_s}{L_s}$$

### الفرع الثالث : طريقة هولت وينتر المتضائلة<sup>54</sup>

غالبا تعتبر هذه الطريقة احد الطرق الأكثر دقة للتنبؤ بالسلاسل الموسمية والتي تسمى بهولت وينترز باتجاه متضائل وموسمية مضاعفة والتي يمكن صياغة المعادلات الخاصة بها على الشكل التالي:

$$Y_{t+h}^{\wedge} = (L_t + (\varphi + \varphi^2 + \dots + \varphi^h) b_t) S_{t-m+hm+\dots}$$

$$L_t = \alpha (Y_t / S_{t-m}) + (1 - \alpha) (L_{t-1} + \varphi b_{t-1}) \dots$$

<sup>53</sup> صفاء يونس الصفاوي، "مقارنة" بين طريقتي التنقية المكيفة و هولت وينترز المضاعفة للتنبؤ بالسلاسل الموسمية وتمية الرافدين، العدد 99، 2010، ص 06.

<sup>54</sup> Taylor, J. W. (2003). "Exponential Smoothing with a Damped Multiplicative Trend", International Journal of Forecasting, Vol. 19, Pp. 715-725.

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)\varphi b_{t-1} \dots \dots$$

$$S_t = \gamma \left( \frac{Y_t}{L_{t-1}} + \varphi b_{t-1} \right) + (1 - \gamma)S_{t-1} \dots \dots \dots$$

حيث ان :

$$= \lfloor (h - 1) \bmod_m \rfloor + 1h_m^+$$

الفصل الثاني:

نظرة شاملة حول مؤسسة سونطراك

– قسم الاستكشاف –

## المبحث الأول: مدخل العام لشركة سونطراك

تتم دراسة الهيكل التنظيمي الإداري لمجمع سونطراك انطلاقا من التطرق إلى تنظيم المجمع العام ، ثم استعراض الهيكل التنظيمي له و شرحه.

## المطلب الأول: تعريف وتاريخ سونطراك

تعتبر سونطراك الشركة الوطنية لنقل وتسويق المحروقات transport et de la Société National de commercialisation des Hydrocarbures ومن اهم المؤسسات المتواجدة على المستوى الوطني وذلك بنظر الى الميدان الاستراتيجي الذي تعمل فيه والمتمثل في ميدان المحروقات.

تقديم لمحة تاريخية بسيطة عنها :

بقصد التخلص من تداعيات قانون النفط الصحراوي الصادر قبل الاستقلال، و المكرس لاحتكار الشركات الفرنسية للنفط الجزائري ، أنشأت الحكومة الجزائرية باستقلالها إدارة للطاقة و المحروقات ، تضمن مراقبة و تسيير هذا القطاع ، كما تسعى لانهاء السياسة النفطية السائدة ، و من أجل دعم هذه الادارة صدر المرسوم التنفيذي رقم: 491/ 63 المؤرخ في 31/12/1963 المقرر لانشاء الشركة الوطنية لنقل وتسويق المحروقات (Sonatrach).

و انطلاقا من الاتفاق الجزائري- الفرنسي الناتج عن مفاوضات 1964 لتنظيم قطاع المحروقات و تطوير الصناعة الجزائرية ، تم استبدال قانون النفط الصحراوي باتفاق شراكة يضمن مساهمة سونطراك بمختلف الموارد في مجال نقل و تسويق المحروقات عبر كل مراحل هذه الصناعة بالجزائر، و ينهي احتكار الشركات الفرنسية لها. لينتقل هذا الدور انطلاقا من القرار رقم: 292/66 الصادر بتاريخ: 1966/09/22 من النقل و التسويق إلى شركة وطنية للبحث ، إنتاج ، نقل ، تحويل ، و تسويق المحروقات .

أما في 1971/02/24 تم تأميم قطاع المحروقات من طرف السلطة العمومية الجزائرية ، فأصبحت سونطراك بذلك يد هذه السلطة على القطاع . و في 1981 أعيد هيكلتها تبعا للتطورات الحاصلة لاسيما الاقتصادية منها، بإنشاء 17 مؤسسة فرعية لها وظائف تكميلية. وقد توالى التطورات التي مرت بها سونطراك حتى أصبحت شركة بالمنظور القانوني مجمع طاقوي من المنظور الاقتصادي ذات محفظة أنشطة متنوعة تضم 154 مؤسسة فرعية على المستويين الوطني و الدولي ( 105 مؤسسة على المستوى الوطني و 49 على المستوى الدولي )، حاضرة في العديد من الدول ، من أهمها: البيرو، انكلترا ، اسبانيا ، ايطاليا، مالي ، النيجر ، مصر ، و ليبيا

55

كما يقدر حجم عمالة مجمع سونطراك بحوالي 200 الفأ، ويحتل الصدارة عالميا من خلال كونه:

- اول شركة نفطية وغازية في افريقيا.
- اول شركة غاز في البحر البيض المتوسط.
- ثالث مصدر في العالم لغاز البترول المميع GPL.
- رابع مصدر في العالم للغاز الطبيعي المميع GNL.
- خامس مصدر في العالم للغاز الطبيعي.
- سادس شركة عالميا من حيث احتياطات وإنتاج الغاز الطبيعي.
- في المرتبة الثانية عشرة عالميا كشركة بترولية، والخامسة والعشرون من حيث عدد

<sup>55</sup> SONATRACH : SONATRACH an Integrated Oil and Gas Company , BAOSEM , Alger , 2013 , P : 08

الموظفين.

مهامها استمرت، كما يلي:

- تلبية احتياجات السوق الجزائرية للمحروقات، خاصة الغاز الطبيعي الذي يعتبر من أولوياتها.
- تمويل السوق العالمية بالمحروقات السائلة والغازية والطاقة عامة.
- ضمان تنمية صناعة المحروقات (شرط استمراريته).

### المطلب الثاني: التنظيم العام لمجمع سونطراك

وهو يعكس اهم الهيئت العليا بالمجمع والمتمثل في:

A. الجمعية العامة ومجلس الإدارة: هما هيئتان تتخذان القرارات الحاسمة و الاستراتيجية للمجمع لها اجتماعات دورية منتظمة و أخرى طارئة إذا اقتضت الضرورة ، يمكن توضيحها كما يلي:

(a) الجمعية العامة: و هي أعلى هيئة بالنسبة للمجمع و أقواها سلطة ، تتكون من أربعة 04

أعضاء و رئيسا وهم :

-وزير الطاقة (الرئيس)

-وزير المالية (عضو)

-محافظ البنك الجزائر(عضو)

-مندوب التخطيط(عضو)

-ممثل رئاسة الجمهورية (عضو)

(b) مجلس الإدارة: و هي الهيئة الثانية من حيث السلطة ، يتم على مستواها اتخاذ القرارات، و

تحديد التوجهات انطلاقا من توجيهات الجمعية العامة، و يتكون هذا المجلس من 12 عضوا

و رئيسا، هم:

- الرئيس المدير العام لمجمع سونطراك

- ممثلان لوزارة المالية (عضوان)

- ممثل لبنك الجزائر (عضو)

- ممثلان عن الوزارة المكلفة بالمحروقات (عضوان)

- شخصية ذات كفاءة في قطاع المحروقات (عادة الرئيس المدير العام لمجمع سونلغاز) و يكون من

خارج المجمع (عضو)

- أربع ممثلين لمجمع سونطراك (4 أعضاء)

- ممثلان لعمال المجمع (عضوان)

B. المجلس التنفيذي: و هو الهيئة التنفيذية للمجمع ، يضطلع بدور التسيير المباشر، و يرفع تقاريره إلى

كلا من مجلس الإدارة و الجمعية العامة ، حيث يتكون هذا المجلس من:

- الرئيس المدير العام لمجمع سونطراك

- نائب الرئيس المكلف بأنشطة المنبع AMONT

- نائب الرئيس المكلف بأنشطة النقل عبر الانابيب TRC

- نائب الرئيس المكلف بأنشطة المصب AVAL

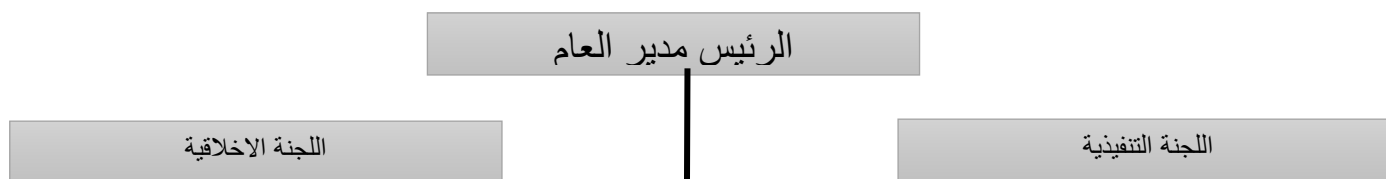
- نائب الرئيس المكلف بأنشطة التجارية COM

- المدير التنفيذي للمالية

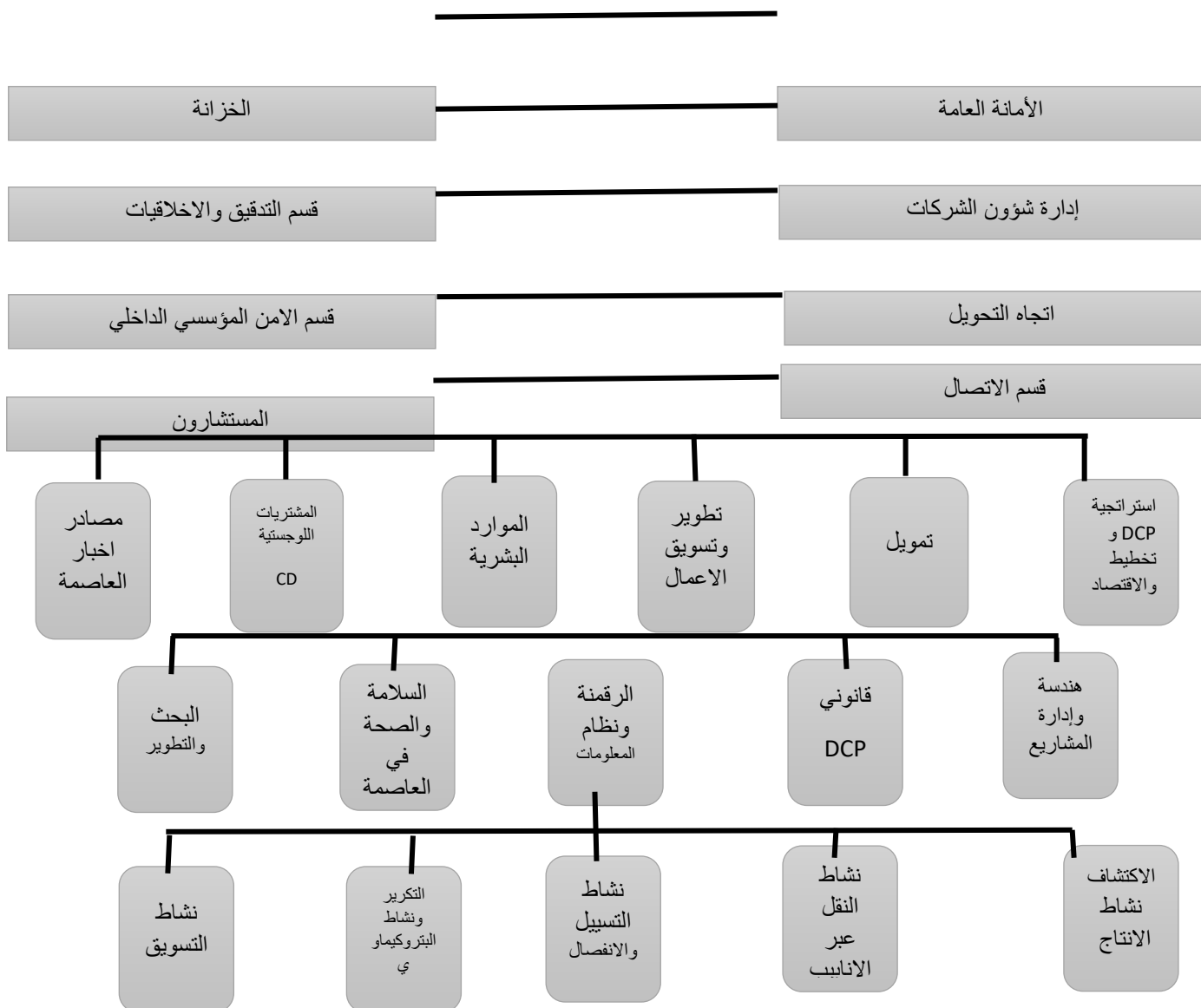
- المدير التنفيذي للفروع و المساهمات
- المدير التنفيذي لإستراتيجية، التخطيط والاقتصاد
- المدير التنفيذي للشؤون القانونية
- المدير التنفيذي للشراكات
- المدير التنفيذي للموارد البشرية

### المطلب الثالث : الهيكل التنظيمي لمجمع سونطراك<sup>56</sup>

وقع الرئيس المدير العام يوم 10 جانفي 2011 القرار: أ- 001 (ر- 25) المتضمن الهيكل التنظيمي الجديد للبنية الكبرى لسونطراك و المعتمد من قبل مجلس الادارة في 04جانفي 2011 ، و ذلك في إطار تطوير قيادة نشاطات المجمع سواءا من حيث تكييف إستراتيجية التنمية مع المستجدات الوطنية ودولية و ذلك بصفة ديناميكية مستمرة ، أو من حيث تعزيز التنسيق بين مجمل النشاطات و موارد الشركة. ، يوضح هذا الهيكل بالشكل التالي:



<sup>56</sup> SONATRACH : IAP



## المبحث الثاني : قسم الاستكشاف .DEVISION EXPLORATION

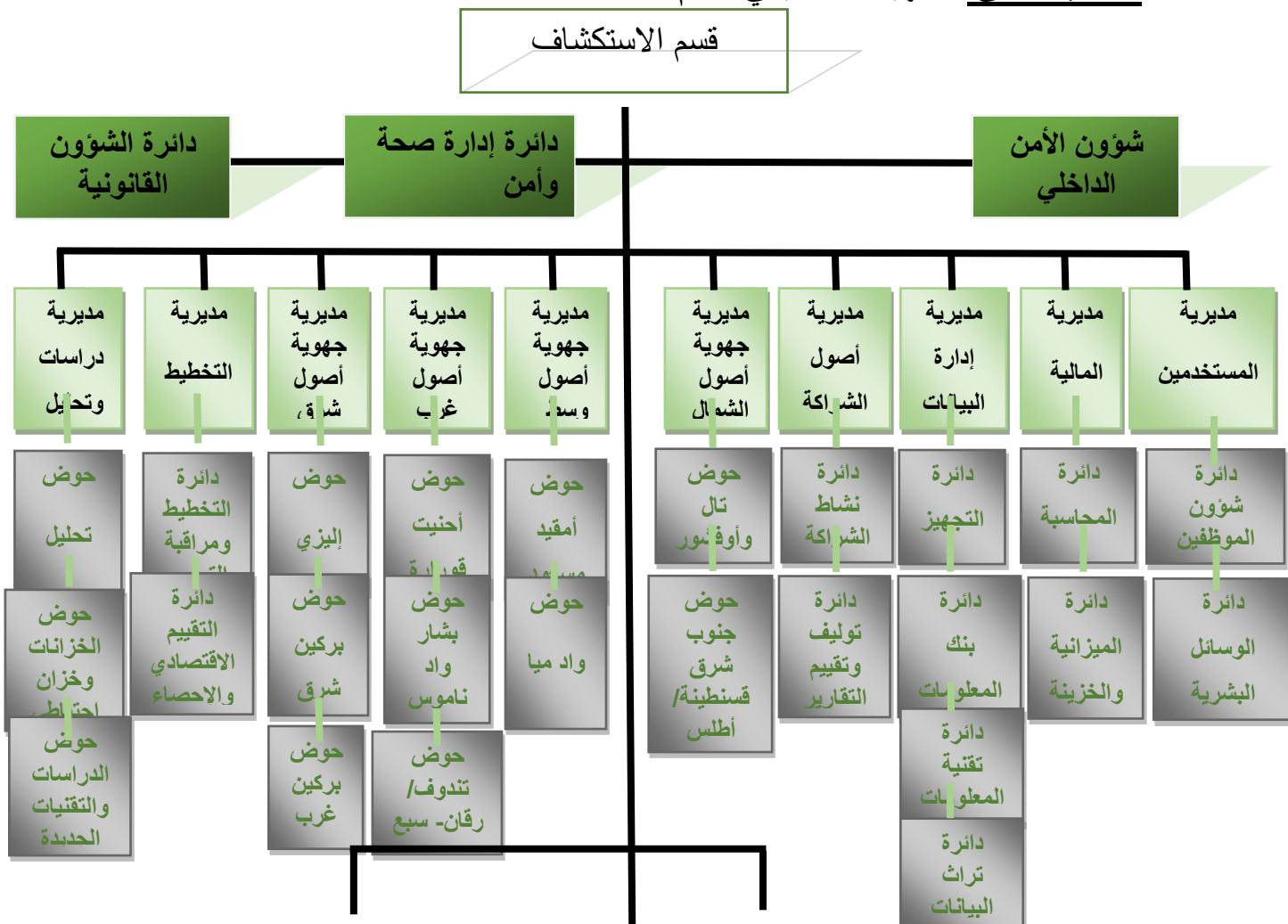
### المطلب الأول : التعريف بقسم الاستكشاف.

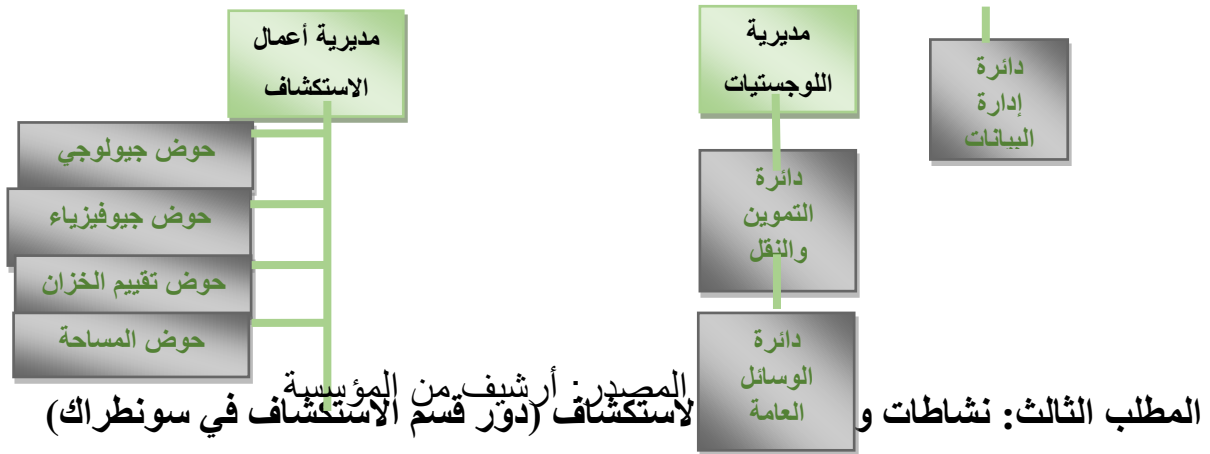
- 1- يعتبر الاستكشاف (التنقيب) عن المحروقات أحد المجالات الرئيسية في الصناعة البترولية. وتبدأ الأعمال الاستكشافية عن النفط بمراجعة كافة المعلومات الجيولوجية المتوفرة لمنطقة التنقيب.
- 2- إن الاستكشاف أو مهمة المستكشف هو القيام بخطوة إلى الأمام في البحث البترولي، هذه الجهود البحث والتنقيب هدفها إعادة تجديد المخازن أو المدخرات والكشف عن المناجم المحروقات، سونطراك وضعت فرع يسمى الاستكشاف بحث و تطوير المحروقات لكي تسيير عملية البحث والتنقيب عن المحروقات. تأسس قسم الاستكشاف سنة 1972 حيث يعد منشأة مهمة في شركة سونطراك تتمثل مهمته الأساسية في البحث واكتشاف احتياطات جديدة للمحروقات. و يتكون قسم الاستكشاف من المديرية التالية<sup>57</sup>:

57 - نفس المرجع، الجباية البترولية، ص 223، 225،

- مديرية الدراسات والتحليل
- مديرية الشركاء
- مديرية الناحية الشرقية
- مديرية الناحية الشمالية
- مديرية الإدارة العامة
- قسم التخطيط

المطلب الثاني : الهيكل التنظيمي لقسم الاستكشاف .





### 1. نشاطات قسم الاستكشاف:

لقسم الاستكشاف نشاطات مختلفة والهدف الاساسي منه هو اكتشاف حقول و ابار جديدة للمحروقات ويعتمد على عدة تقنيات وطرق اهمها في الجيولوجيا الجيوفيزياء والحفر..

### 2. مهام قسم الاستكشاف :

- إعداد ومتابعة ووضع برامج العمل في ميدان الجيولوجيا والجيوفيزياء وعملية الحفر.
- ضمان التغطية لكامل المديرية الجهوية إضافة الى النشاطات الدولية وذلك بالخبرة وإدخال التقنيات الجديدة في الاستكشاف
- ضمان التوجيه العام للاستكشاف في الجزائر وتحديد الأولويات والأهداف التي ترغب المؤسسة في الوصول إليها.
- استخدام إستراتيجية المؤسسة في ميدان الاستكشاف و المشاركة مع الأقسام الأخرى.
- المشاركة في تقييم عروض الشركة على أعمال الاستكشاف في الجزائر والخارج ..
- تطوير الأعمال والأبحاث بالنسبة للمحروقات.
- المشاركة في المتابعة التقنية للاستكشاف.
- تسيير ومتابعة العقود
- تطوير ومعاينة حقول الاستكشاف

### المبحث الثالث: اكبر الاكتشافات لقسم الاستكشاف

#### المطلب الاول: اكبر الابار المكتشفة في الجزائر

تملك الجزائر 254 حقلا للنفط منها 177 حقل للمحروقات قيد الاستغلال الى جانب 77 حقل في طور التطوير، حسب ارقام التي قدمها مجمع سونطراك في سنة 2020.<sup>58</sup>

و اهم هذه الحقول، التي تنتج كميات كبيرة من المحروقات هي:

- حقل حاسي مسعود: اكتشف سنة 1956 ويعتبر اول بئر نفطية مكتشفة ويبلغ احتياطات النفط بالحقل نحو 3.9 مليار برميل.

<sup>58</sup> لحضر ناجي اهم حقول النفط في الجزائر واسماها 2022 من موقع الجزائر اليوم

- حقل حاسي الرمل: اكتشف عام 1956 ودخل حيز الإنتاج عام 1961 ويبلغ احتياطات الغاز الطبيعي بالحقل نحو 2.415 ترليون متر مكعب من الغاز الطبيعي.
- حقل الجلاح: اكتشف عام 1956 ، ثم دخل حيز التشغيل بعد سنوات
- حقل عين صالح: اكتشف عام 1957
- غرد النص: أول حفر تم تنفيذه عام 1961
- حوض بركاوي اكتشف سنة 1965
- حقل أورهود: حفر في يوليو 1994
- حقل حاسي بركين الجنوب: اكتشف في يناير 1995 وبدأ العمل به عام 1998.
- حقل إليزي تبلغ مساحة منطقة الاستغلال إليزي 15 ألف كيلومتر مربعة
- حقل حاسي بئر ركايز تبلغ مساحة حاسي بئر ركايز 20 ألفا.
- حقل حاسي توميات باحتياطي يقرب من 1.3 مليار برميل. يقع الحقل على بعد 112 كم من حاسي مسعود

- حقل المرك حقل نفط بايليزي، ويقع على بعد 350 كم من حاسي مسعود، ويبلغ احتياطي النفط بالحقل 1.2 مليار برميل.
- حقل أحنيت للغاز الواقع في جنوب غرب الجزائر.

وبهذا يمكننا تطرق الى تاريخ الاكتشافات في الجزائر:

تعود أعمال الاستكشاف الأولى إلى نهاية تسعينيات القرن التاسع عشر في حوض شلف في شمال غرب البلاد حيث كشفت العديد من الآبار الضحلة عن أول أدلة مثيرة للاهتمام وجود الهيدروكربونات. ومع ذلك، لم يكن الاكتشاف الأول حتى عام 1948 كان في واد القطيريني على بعد حوالي 150 كلم جنوب الجزائر العاصمة حيث تم وضع أول بئر دليل على تراكم النفط في مستويين يقعان بعمق يتراوح بين 100 و 650 مترًا. حوالي الخمسينيات من القرن الماضي، امتدت أعمال الاستكشاف إلى الصحراء، في جنوب البلاد، أن العديد من اكتشافات النفط والغاز الطبيعي أدت إلى اضطراب عميق في معرفة التربة الجزائرية.

في الواقع، كان بين عامي 1953 و 1956 أن حقلي النفط في إدجيلة وحاسي مسعود وحقول الغاز الطبيعي في حاسي الرمل وعين أميناس.

من عام 1957 إلى عام 1962، امتد الاستكشاف إلى الجنوب الشرقي حتى حوض إليزي. عشرات الودائع هناك اكتشف، Tiguentourine, El-Adeb Larach, In Amenas, Zarzaitine, la Reculée, Ohanet, In Akamil, Timadanet.....

وامتد إلى أطراف حاسي مسعود حيث يسلط الضوء على رواسب الجاسي ، الحمرا ، جاسي الطويل ، رورد نوس ، رورد الباغيل. في الجنوب الغربي، حوض أحنيت قورارة ، حيث تم اكتشاف الحد الأقصى من رواسب الغاز وأهمها جبل بيرغا وتريشومين وتينلدجان وكريتشبا وعين صالح.

خلال فترة ما بعد الاستقلال الممتدة من عام 1963 إلى عام 1970، كان الحدث الرئيسي هو إنشاء سونطراك في عام 1963 ، بهدف أولي هو إدارة الاتفاقات والامتيازات الناتجة عن اتفاقيات إيفيان. لكن في عام 1966، كانت مهام سونطراك توسعت بتوقيع اتفاقيات جديدة بين الجزائر والسلطات الفرنسية مع إعادة دخول الجمعيات التعاونية (أسكوب) للتنقيب والاستغلال وتسويق المواد الهيدروكربونية التي تهدف إلى السيطرة على الأنشطة النفطية من المنبع إلى المصب ، بما في ذلك التسويق. خلال هذه الفترة ، تم حفر أكثر من 200 آبار الاستكشاف ، مع 33 اكتشافًا فقط تم تسليط الضوء عليها باحتياطيات 1 مليار طن من النفط و تميزت الفترة 1971-1985 بالتأميم. ولا يزال الاستكشاف محليًا بشكل أساسي حول الرواسب المكتشفة بالفعل.

خلال هذه الفترة ، تم حفر ما يقرب من 360 بئراً. سجلت سونطراك 84 اكتشافاً يمثل حجم احتياطي 700 مليون طن. تعتبر النتائج متواضعة ، مقارنة بالفترة السابقة والجهد المبذول ، بسبب التذني الموارد المتاحة في ذلك الوقت.

من عام 1986 إلى عام 1991، كان التشريع الجديد هو الذي فتح قطاع التعدين للشراكة، أن سونطراك تبرم أولى اتفاقيات البحث والاستغلال مع الشركات أجنبي. في عام 1991 تم تعديل القانون ، وهذه المرة فتح حقول الغاز للشراكة.

حتى عام 2000، كان هذا هو صعود الاستكشاف في عامي 94 و 95 ، احتلت الجزائر المرتبة الأولى بين المكتشفين في العالم. ومن 1986 إلى 2000 الشركاء الذين ساهموا في هذه الاكتشافات هم Anadarko ، Cepsa ، Agip ... إلخ.

بفضل كل هذه الاكتشافات التي قامت بها سونطراك وشركائها وإعادة تقييمها ودائع خاصة لحاسي الرمل وحاسي مسعود، كانت احتياطيات النفط والغاز محافظ على نفس المستوى الذي كان عليه عام 1971 على الرغم من أن أكثر من 3 مليارات إصبع قدم منتجات من عام 1971 إلى عام 2000. من عام 2000 إلى عام 2003 تم تكثيف إبرام عقود الاستكشاف 22 اتفاقيات شراكة في ثلاث سنوات. وهكذا وفي الفترة من 1986 إلى 2004، كان هناك حوالي 70 عقداً للتنقيب، تم التوقيع على التنقيب والإنتاج بين سونطراك وشركات أجنبية. وتم استثمار 6.7 مليار دولار، منها ما يقرب من 3 مليارات دولار في جهد خاص مع متوسط الإنجاز السنوي 14 بئراً و 6500 كيلومتر من البحث التذبذبي. وبهذه الجهود أتاح إجراء 132 اكتشافاً، بما في ذلك 64 اكتشافاً من سونطراك و 68 اكتشافاً من شركة سونطراك وشركائها.

وصلت الأحجام المكتشفة خلال هذه الفترة إلى أكثر من 2 مليار قدم مكعب ، منها 35٪ في الجهد الخاص. وهكذا، منذ الاستقلال وحتى يومنا هذا تم اكتشاف 3.7 مليار إصبع قدم. هذه التحديثات لتراكمات النفط والغاز وكذلك إعادة التقييم خاصة لتي مكنت ودايح حاسي مسعود وحاسي الرمل من الحفاظ على الاحتياطيات الهيدروكربونات على مستوى عام 1971.

## المطلب الثاني: طرق الاستكشاف النفطي والغازي.

### 1. تقنيات الجيولوجيا :

- **جيولوجيا الأرض** : تتمثل في دراسة الأرض بأخذ عينات منها وتحليلها في المخابر لتحديد عمر وطبيعة الطبقات الأرضية .
- **جيولوجيا التحليلية** : تقوم على تحليل الدراسات المخبرية ، و تأهيل المناطق المؤهلة .
- 2. **التقنيات الجيوفيزياء :**
- **علم الجاذبية** : و توضح هذه العملية الطبقات الجوفية الأرضية، و وجود انحرافات و انقطاعات تحت سطح الأرض، و هي مؤشرات وجود محروقات .
- **علم المغناطيسية الأرضية** : هذه التقنية مكمل لتقنية علم الجاذبية و التي تؤكد على ما وجد تحت سطح الأرض .
- 3. **الكشف الزلزالي Sismique** : يعتبر من أهم تقنيات الجيوفيزياء، يوفر صورة دقيقة و واضحة للطبقات الجيولوجية المتواجدة تحت سطح الأرض، إذ يحدد الطبقة المتواجدة بها المحروقات، لتعيين مواقع الحفر، وهذا باستخدام المتفجرات أو شاحنات الاهتزاز .
- 4. **المعالجة Traitement des données** : تتمثل في معالجة المعطيات المتحصل عليها من الكشف البترولي وتخزينها في بنك المعلومات لتسهيل تسييرها .
- 5. **الحفر Le Forage** : الحفر هو مجموعة من العمليات بغرض التوغل في باطن الأرض بواسطة وسائل متخصصة له، ويتم الحفر أما لدراسات جيولوجية أو لاستخراج السائل الموجود في باطن الأرض، وهناك نوعين من الحفر :
  - الحفر الاستكشافي: أي أننا نحدد نوعية السائل وكمياته .
  - الحفر التطويري: حفر آبار تطويرية و يوجد نوعين :

- أبار إنتاجية: الأبار التي تحتوي على المحروقات .
- أبار مساعدة: وهي أبار تساعد عندما تصعب عملية استخراج البترول عند انخفاض الضغط إلى مستوى معين<sup>59</sup>.

59 - قارة علي صافية، تلمسات هجيرة، جعيط سعاد، كيفية اتخاذ القرار في مشروع استثماري، دراسة حالة شركة سونطراك، مذكرة تخرج تدرج ضمن متطلبات نيل شهادة ليسانس في العلوم التجارية، 2002، 2003، ص 160، 162.

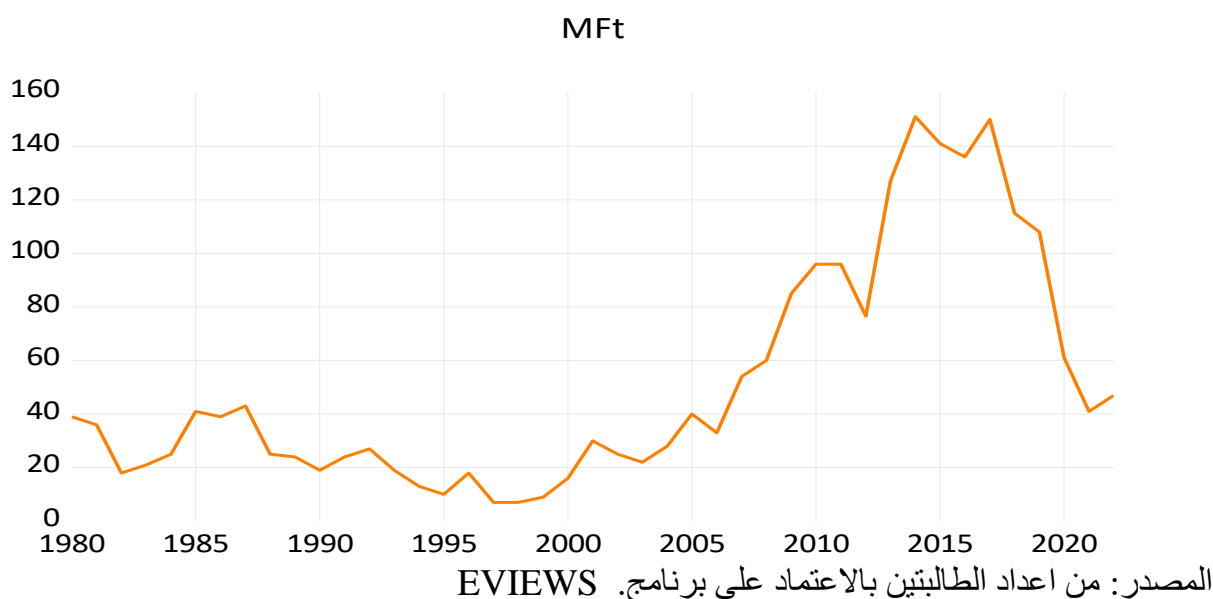
## الفصل الثالث

دراسة تطبيقية لتنبؤ قصير المدى لقسم  
الاستكشاف

### المبحث الاول: دراسة و تنبؤ بسلسلة الأمتار المحفورة $MF_t$ : التعريف بالسلسلة:

- تمثل السلسلة  $MF_t$  التطور الزمني للأمتار المحفورة الخاصة بالاكتشاف البترولي لسوناطراك في الفترة الممتدة من 1980 إلى 2022.  
التحليل الأولي لسلسلة الأمتار المحفورة:  
التحليل الأولي يسمح لنا بأخذ فكرة عامة غير قاطعة عن طبيعة الظاهرة المدروسة وخصائصها العملية (كالاتجاه العام، الموسمية... إلخ)، ولهذا قمنا بتحليل منحنى التطور الزمني للأمتار المحفورة لقسم الاكتشاف البترولي الممثل في الشكل الموالي:

الشكل رقم: (1) منحنى التطور الزمني لسلسلة الأمتار المحفورة الخاصة بقسم الاكتشاف البترولي



- نلاحظ من خلال المنحنى البياني للسلسلة الزمنية للأمتار المحفورة وجود نمو وتطور للظاهرة بميل موجب والذي قد يمكن تفسيره بوجود اتجاه عام.  
وعليه يجب علينا استعمال نماذج تنبؤيه التي تأخذ بعين الاعتبار هاته الخصائص كنموذج كل من Holt-Box-Jenkins و Winters

#### ➤ التنبؤ بالأمتار المحفورة للقسم الاستكشافي باستعمال نموذج Holt Winters

تختصر طريقة هولت وينتر في البحث عن معاملات التلميس الاسي  $\alpha, \beta, \gamma$  والتي تقوم بتندية مجموع مربع أخطاء التنبؤ وهذا باستخدام برنامج Eviews12 وتقدير نموذج التلميس الاسي هولت وينتر ثم التنبؤ بسنوات القادمة.

الجدول رقم: (1) تقديرات معاملات نموذج التلميس الاسي ل Holt Winters للسلسلة الأمتار المحفورة

Date: 06/02/23 Time: 19:52  
 Sample: 1 43  
 Included observations: 43  
 Method: Holt-Winters No Seasonal  
 Original Series: MF  
 Forecast Series: MF5M

Parameters:	Alpha	1.0000
	Beta	0.0000
	Sum of Squared Residuals	10808.07
	Root Mean Squared Error	15.85404

End of Period Levels:	Mean	47.00000
	Trend	-0.428571

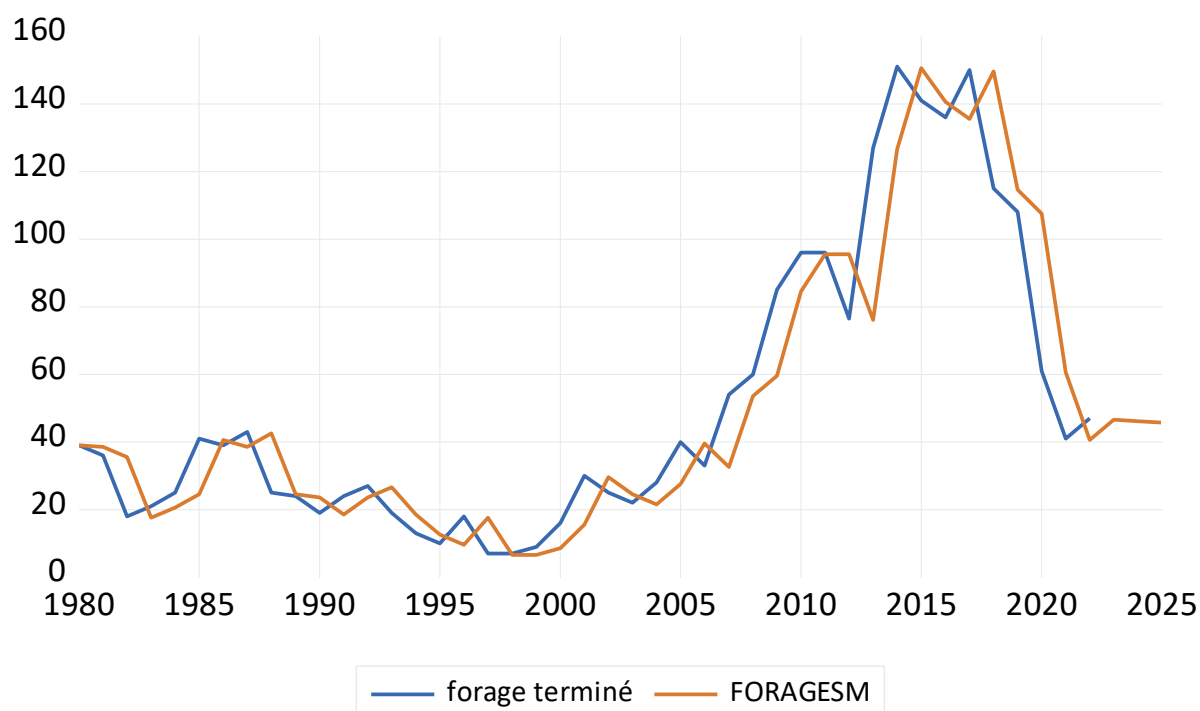
المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج EViews.  
 بعد تقدير معاملات التمهيد ألفا وبيتا، والتي تكون محصورة بين 0 و 1.  
 تتم عملية التنبؤ باستعمال Eviews12 وتكون نتائجه على الشكل التالي :

الجدول رقم: (2) :نتائج التنبؤ لسنوات الثلاثة المقبلة باستعمال نموذج Holt-Winters

السنة	2023	2024	2025
التنبؤ (بالمتر)	46.57143	46.14286	45.71429

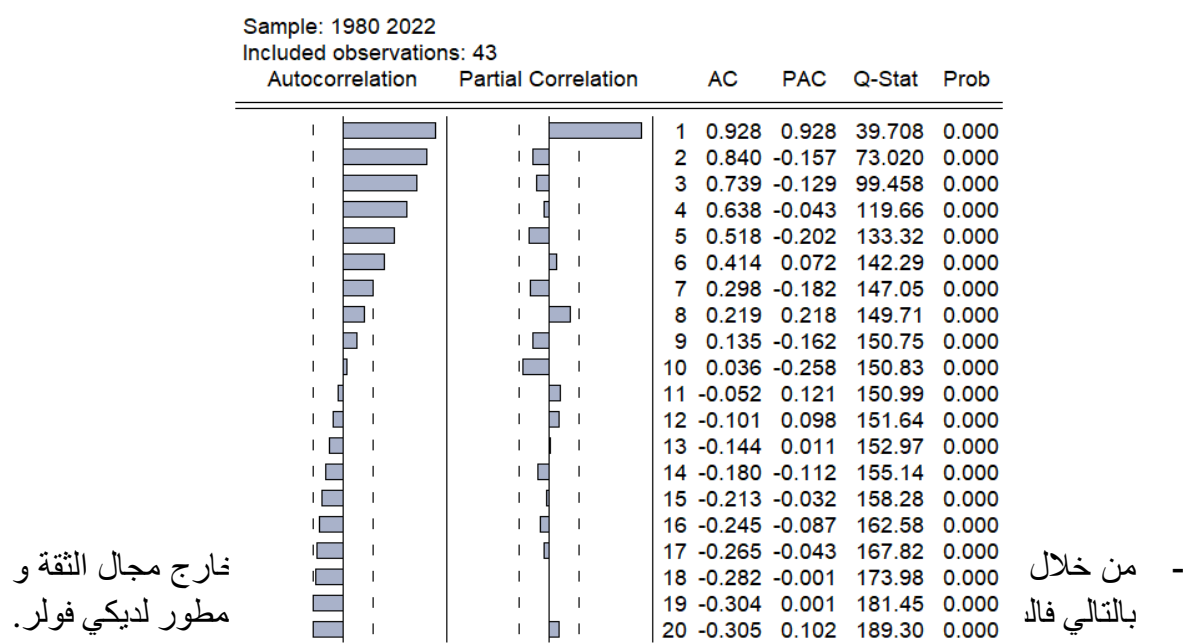
المصدر: من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

الشكل رقم (2) :رسم بياني لتنبؤات سنوات الثلاثة القادمة



➤ التنبؤ بالأمطار المحفورة للقسم الاستكشافي باستعمال نموذج: Box Jenkins

الشكل (3) : منحني دالة الارتباط الذاتي و الجزئي لسلسلة الامطار المحفورة عند المستوى



- اختبار ديكي فولر المطور ADF على سلسلة الأمطار المحفورة :

للتأكد من عدم استقرار السلسلة المدروسة عند المستوى قمنا باستخدام النماذج الثلاث لاختبار ADF. قمنا باختبار فرضية عدم مقابل الفرضية البديلة للنماذج الثلاثة (3، 2، 1) عند مستوى معنوية 5% تبعا للإستراتيجية التسلسلية لاختبار ديكي فولر<sup>60</sup> (أنظر الملحق رقم 02)، بحيث إذا كانت القيمة الإحصائية (المحسوبة) للاختبار أقل من القيمة الحرجة (المجدولة)، نرفض فرضية عدم (H0) ونقبل الفرضية البديلة (H1) التي تنص على استقرار السلسلة وعدم احتوائها على جذر وحدة والعكس صحيح مع الأخذ بعين الاعتبار معنوية الاتجاه العام والثابت لتحديد النموذج الأمثل للاستقرارية وجاءت النتائج كما يلي:

جدول رقم (3): نتائج اختبار ADF على سلسلة الأمطار المحفورة.

عند الفرق الأول			عند المستوى			
القيمة الحرجة عند 0,05	PROB*	T STAT	القيمة الحرجة عند 0,05	PROB*	T STAT	
-3,3523	0,0003	-5,51	-3,552	0,021	-4,885	[6] بالتابث و باتجاه عام
-2,93	0,000	-5,57	-2,994	0,0002	-5,038	[5] بالتابث

<sup>60</sup> Régis Bourbonnais, Econométrie, op. cit, p 251

-1,94	0,000	-5,64	-1,94	0,396	-0,724	[4] بدون ثابت وبدون اتجاه عام
-------	-------	-------	-------	-------	--------	-------------------------------------

المصدر: من اعداد الطلبة بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

نلاحظ أن نتائج الاختبار بينت أن السلسلة غير مستقرة عند المستوى وهي من نوع DS وبعد اجراء الفرق الأول استقرت بدون ثابت و بدون اتجاه عام .

- بعد ان أصبحت السلسلة مستقرة يمكننا الان ان نمر الى تطبيق طريقة BOX-JENKINS

❖ مرحلة التعرف على النموذج :

وهذا من خلال دراسة دالة الارتباط الجزئي والذاتي للسلسلة المستقرة  $DMF_t$  الممثلة في الشكل الموالي :

الشكل رقم (4) :منحنى دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الجزئي لسلسلة الأمتار المحفورة عند الفروقات من الدرجة الأولى  $DMF_t$

Date: 05/30/23 Time: 14:00  
Sample (adjusted): 1981 2022  
Included observations: 42 after adjustments

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.112	0.112	0.5650	0.452
		2 0.076	0.064	0.8332	0.659
		3 0.022	0.007	0.8558	0.836
		4 0.141	0.136	1.8278	0.767
		5 -0.086	-0.121	2.1994	0.821
		6 0.080	0.089	2.5241	0.866
		7 -0.263	-0.290	6.1869	0.518
		8 0.017	0.077	6.2027	0.625
		9 0.100	0.153	6.7662	0.661
		10 -0.106	-0.204	7.4178	0.686
		11 -0.266	-0.159	11.630	0.392
		12 -0.045	-0.057	11.753	0.466
		13 -0.059	0.012	11.977	0.530
		14 -0.040	-0.042	12.082	0.600
		15 -0.015	0.022	12.097	0.672
		16 -0.082	-0.019	12.570	0.704
		17 -0.036	-0.082	12.666	0.758
		18 0.036	-0.068	12.767	0.805
		19 -0.153	-0.153	14.650	0.745
		20 -0.117	-0.020	15.796	0.729

المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج EViews

من خلال تحليل منحنى دالة الارتباط الذاتي نلاحظ انه عند التأخير 7 السلسلة تختلف جوهريا عن الصفر  $p=7$  , نفس الشيء بالنسبة لدالة الارتباط الجزئي والتي تختلف عن الصفر هي الأخرى عند الحد السابع أي  $q=7$  و عليه، فالنماذج الممكن ترشيحها في هذه الحالة هي: ARIMA (7.1.0) , ARIMA (0.1.7) , ARIMA (7.1.7)

❖ مرحلة تقدير النماذج ودراسة جودتها:

اختيار النموذج:

- باستخدام برنامج EViews قمنا بتقدير معاملات النماذج الممكنة و قمنا بتلخيص النتائج في الجول الموالي :

الجدول رقم (4) : جدول مقارنة للنماذج الممكنة

PROB		$R^2$	AIC	النماذج
AR	MA			
0.0101	-	0.115	8.83	(7.1.0) ARIMA
-	0.0046	0.134	<b>8.36</b>	<b>(0.1.7) ARIMA</b>
0.8403	0.4446	0.138	8.41	(7.1.7) ARIMA

المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

بعد تقدير النماذج الثلاثة و دراسة جودتها وفقاً لمعايير المذكورة في الجدول أعلاه قمنا بالاحتفاظ بالنموذج **ARIMA (0.1.7)** لتمثيل سلسلة الأمتار المحفورة  $MF_t$ .

حيث ان كلما كانت قيمة AIC صغيرة كلما كان النموذج ملائماً وأقوى.

➤ باستعمال مخرجات برنامج EViews يمكننا كتابة النموذج كالتالي:

$$MF_t = \theta \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$MF_t = -0,40 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

❖ دراسة استقرارية بواقي التقدير :

➤ دراسة استقرارية البواقي بالنسبة للمتوسط

- الاختبار الأول يهدف الى معرفة ما ان كانت البواقي تتبع خطأ ابيض ومن اجل ذلك نستخدم إحصائية **LJUNG-BOX** للنموذج الموضح في الشكل التالي:

الشكل رقم (5) : منحنى دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للنموذج **ARIMA (0.7.1)** الخاص بالسلسلة **DMF<sub>t</sub>** لاختبار الاستقرارية بالنسبة للمتوسط

Date: 06/13/23 Time: 09:37

Sample (adjusted): 2 43

Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.168	0.168	1.2658	
		2	0.051	0.023	1.3853	0.239
		3	0.005	-0.007	1.3866	0.500
		4	0.045	0.045	1.4846	0.686
		5	-0.173	-0.193	2.9773	0.562
		6	0.071	0.138	3.2397	0.663
		7	-0.027	-0.056	3.2770	0.773
		8	0.060	0.071	3.4736	0.838
		9	0.080	0.086	3.8281	0.872
		10	-0.159	-0.270	5.2869	0.809
		11	-0.258	-0.152	9.2523	0.508
		12	-0.096	-0.048	9.8177	0.547
		13	-0.062	-0.009	10.061	0.611
		14	-0.012	0.079	10.070	0.688
		15	0.014	-0.067	10.084	0.756
		16	0.000	-0.036	10.084	0.814
		17	-0.062	-0.078	10.364	0.847
		18	-0.012	-0.005	10.375	0.887
		19	-0.196	-0.132	13.464	0.763
		20	-0.129	-0.083	14.866	0.731

المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج EViews

- نلاحظ من خلال منحنى دالة الارتباط الذاتي والجزئي للبواقي الممثل في الشكل أعلاه ان كل الحدود تقع داخل مجال الثقة وهذا مؤشر على غياب الارتباط الذاتي للبواقي وبالتالي قبول فرضية ان البواقي تتبع توزيع خطأ أبيض.

❖ دراسة استقرارية البواقي بالنسبة للتباين :

الشكل رقم (6) : منحنى دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للنموذج ARIMA (1. 7. 0) الخاص بالسلسلة DMFt لاختبار الاستقرارية بالنسبة للتباين

Sample (adjusted): 1981 2022  
Included observations: 42 after adjustments

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.252	0.252	2.8691	0.090		
2	-0.047	-0.118	2.9723	0.226		
3	-0.076	-0.036	3.2482	0.355		
4	0.209	0.254	5.3683	0.252		
5	0.315	0.209	10.332	0.066		
6	0.173	0.074	11.866	0.065		
7	0.126	0.164	12.706	0.080		
8	-0.069	-0.137	12.967	0.113		
9	-0.067	-0.118	13.216	0.153		
10	-0.044	-0.133	13.329	0.206		
11	0.039	-0.090	13.420	0.267		
12	-0.017	-0.109	13.438	0.338		
13	-0.012	0.064	13.446	0.414		
14	-0.091	-0.031	13.992	0.450		
15	-0.083	0.049	14.463	0.491		
16	-0.036	0.066	14.557	0.557		
17	-0.044	-0.017	14.701	0.617		
18	-0.061	-0.054	14.992	0.663		
19	-0.053	0.006	15.222	0.708		
20	-0.080	-0.123	15.753	0.732		

المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج EViews.

نلاحظ من خلال منحنى دالة الارتباط الذاتي والجزئي للبقاوي الممثل في الشكل أعلاه ان كل الحدود تقع داخل مجال الثقة وهذا مؤشر على غياب الارتباط الذاتي للبقاوي وبالتالي قبول فرضية ان البقاوي ثابتة خلال فترة الدراسة.

#### ❖ اختبار LM لدراسة ثبات تجانس تباينات البقاوي:

➤ اختبار ARCH لدراسة مشكلة عدم تجانس الأخطاء:

#### الجدول رقم (5) : مخرجات اختبار ARCH على برنامج EViews

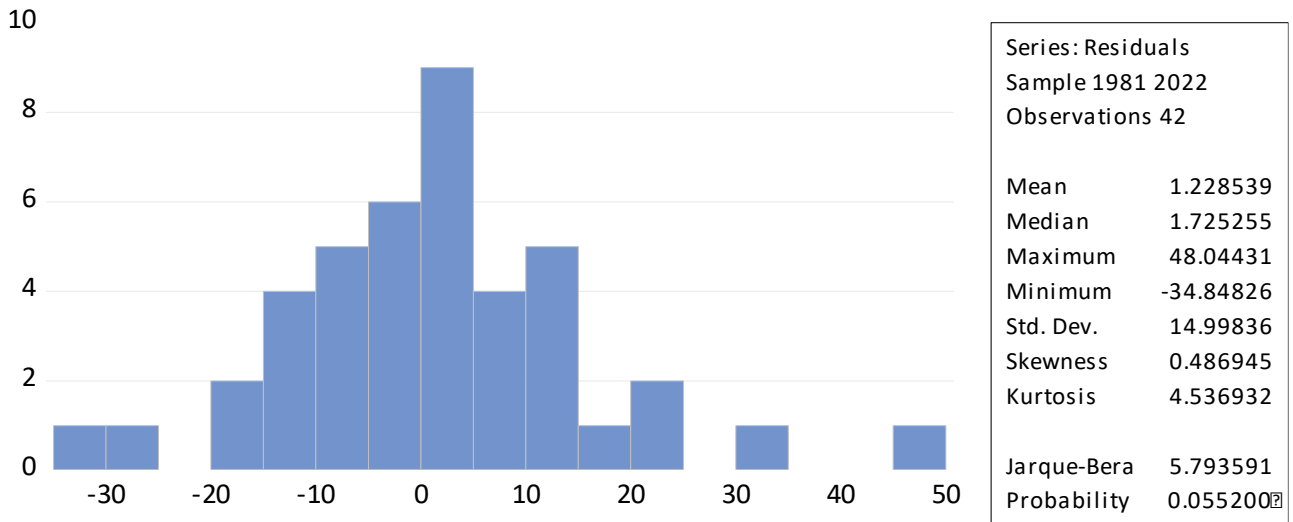
Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	2.682369	Prob. F(1,39)	0.1095
Obs*R-squared	2.638457	Prob. Chi-Square(1)	0.1043

المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج EViews.

- تبين من النتائج المتحصل عليها وجود ثبات تجانس تباين البقاوي (أي عدم وجود مشكلة عدم ثبات تجانس تباينات الأخطاء) باعتبار ان  $F\text{-Statistic} = 2,68$  مع احتمال يساوي 0,10 و بالتالي نقبل الفرضية المعدومة التي تنص على عدم وجود مشكلة .

- اختبار إحصائية JARQUE-BERRA لدراسة التوزيع الطبيعي للأخطاء :  
الشكل رقم (7) : منحنى اختبار التوزيع الطبيعي للأخطاء



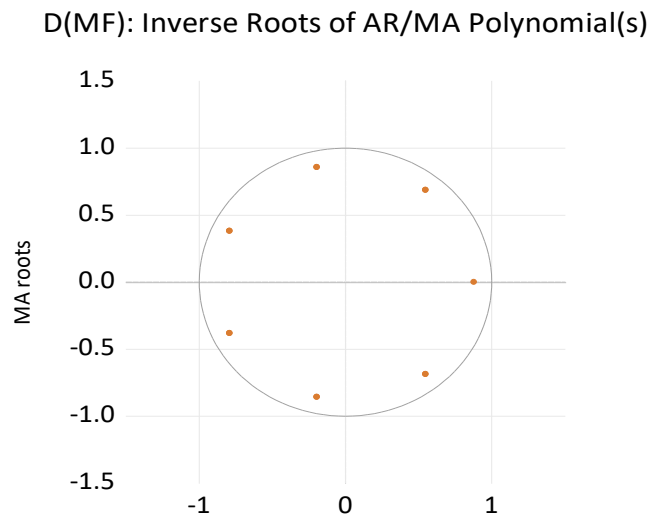
المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج EVIEWS.

- تبين النتائج ان الأخطاء تتبع توزيعا طبيعيا للأن إحصائية J-B تساوي 5,79 وهي اصغر من القيمة المجدولة التي تساوي 5,99 , كما ان الاحتمال يساوي 0,05 و هو متساوي مع مستوى المعنوية . 5 %

● اختبار مقلوب جذر الوحدة:

✓ يستعمل هذا الاختبار لدراسة الاستقرار الكلية للنموذج

الشكل رقم (8) : منحنى اختبار اختبار مقلوب جذر الوحدة



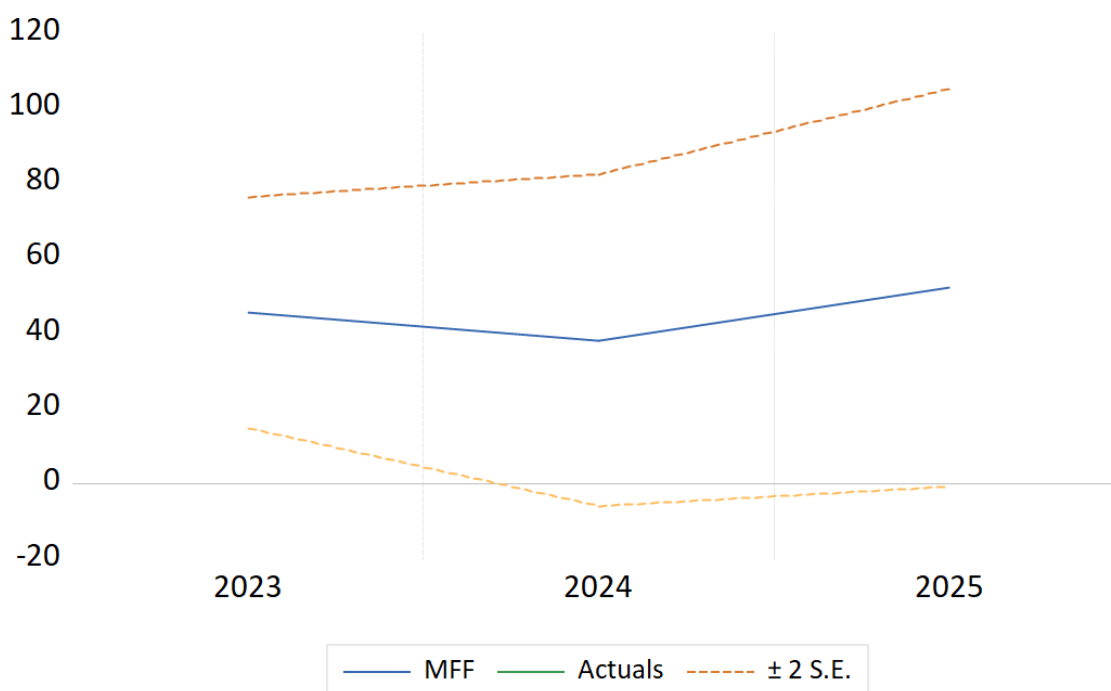
المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج. EVIEWS

- نلاحظ من خلال الشكل البياني أعلاه ان جميع النقاط تقع داخل الدائرة أي داخل حدود دائرة الهدف وقيمها اقل او تساوي الواحد وبالتالي يمكننا القول ان النموذج مستقر

- التنبؤ:

بعد اختيار أفضل نموذج والتأكد من ذلك ننتقل الى مرحلة التنبؤ

الشكل رقم (9): التمثيل البياني لسلسلة الأمتار المحفورة المتنبئ بها من 2023 الى 2025



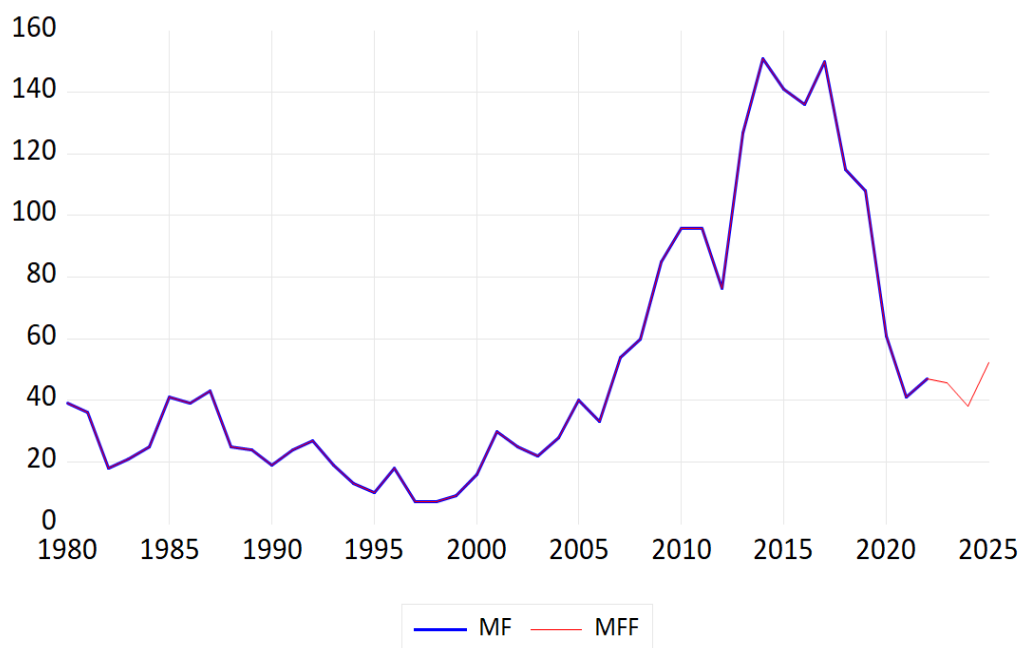
المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج. EVIEWS

الجدول رقم: (6) نتائج التنبؤ بالسنوات الثلاثة المقبلة باستعمال نموذج Box-Jenkins

السنوات	2025	2024	2023
الأمتار المحفورة المتنبئ بها	52.24185	38.10913	45.53371

المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج. EViews

الشكل رقم (10) : تمثيل بياني مقارنة لمنحنى السلسلة المتنبؤ بها مع السلسلة الاصلية (سلسلة الأمتار المحفورة)



المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج. EViews

المبحث الثاني: تقدير سلسلة حجم الاكتشافات النفطية  $VD_t$

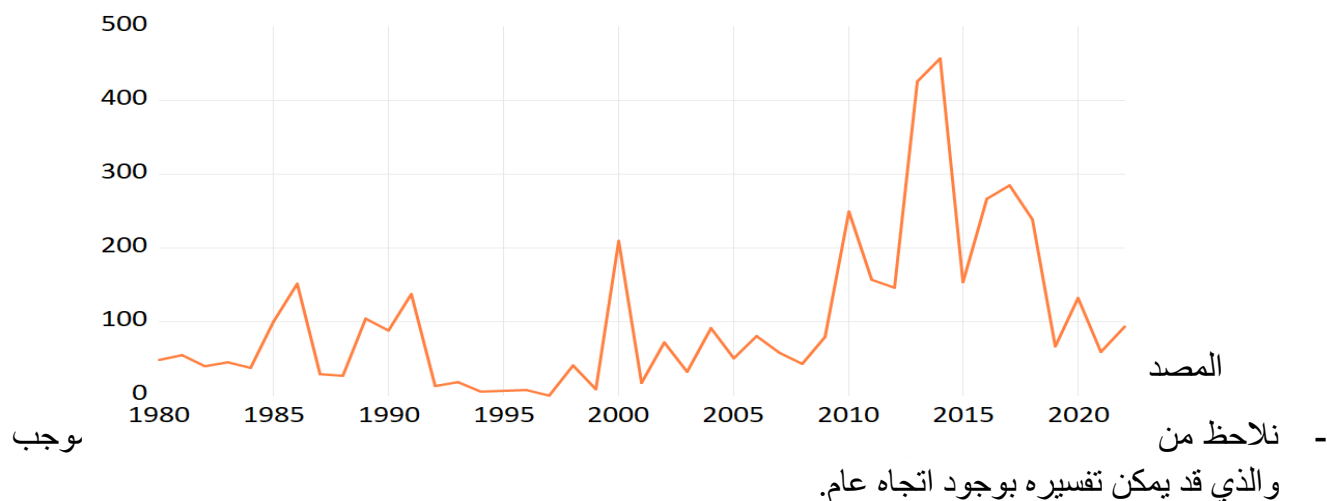
تعريف بالسلسلة:

تمثل السلسلة  $VD_t$  التطور الزمني لحجم الاكتشافات النفطية الخاصة بسونطراك في الفترة الممتدة من 1980 الى 2022.

التحليل الأولي لسلسلة حجم الاكتشافات النفطية  $VD_t$  :

قمنا بتحليل منحنى التطور الزمني لحجم الاكتشافات النفطية الممثل في الشكل الموالي :

الشكل رقم(11): منحنى التطور الزمني لسلسلة حجم الاكتشافات النفطية



من التحليل البياني كذلك يمكننا القول ان السلسلة الزمنية المدروسة تتأثر بمركبة الاتجاه العام وهي ذات شكل جدائي.

• التنبؤ بحجم الاكتشافات النفطية لسونطراك باستعمال طريقة **Holt- Winters** :

الجدول رقم (7) : تقديرات معاملات نموذج التلميس الآسي ل Holt Winters للسلسلة حجم الاكتشافات

Date: 07/24/23 Time: 15:21  
 Sample: 1980 2022  
 Included observations: 43  
 Method: Holt-Winters Additive Seasonal  
 Original Series: VDT  
 Forecast Series: VDTSM

Parameters:	Alpha	0.4800
	Beta	0.0000
	Gamma	0.0000
	Sum of Squared Residuals	315155.3
	Root Mean Squared Error	85.61071

End of Period Levels:	Mean	111.5444
	Trend	4.495436
	Seasonals:	
	2018	0.872733
	2019	-6.291799
	2020	18.69919
	2021	9.828781
	2022	-23.10890

الطالبين بالاعتماد  
 EVIEWS

المصدر: من اعداد  
 على برنامج.

بعد تقدير معاملات النماذج تتم عملية التنبؤ باستعمال Eviews12 وتكون نتائجه على شكل التالي:

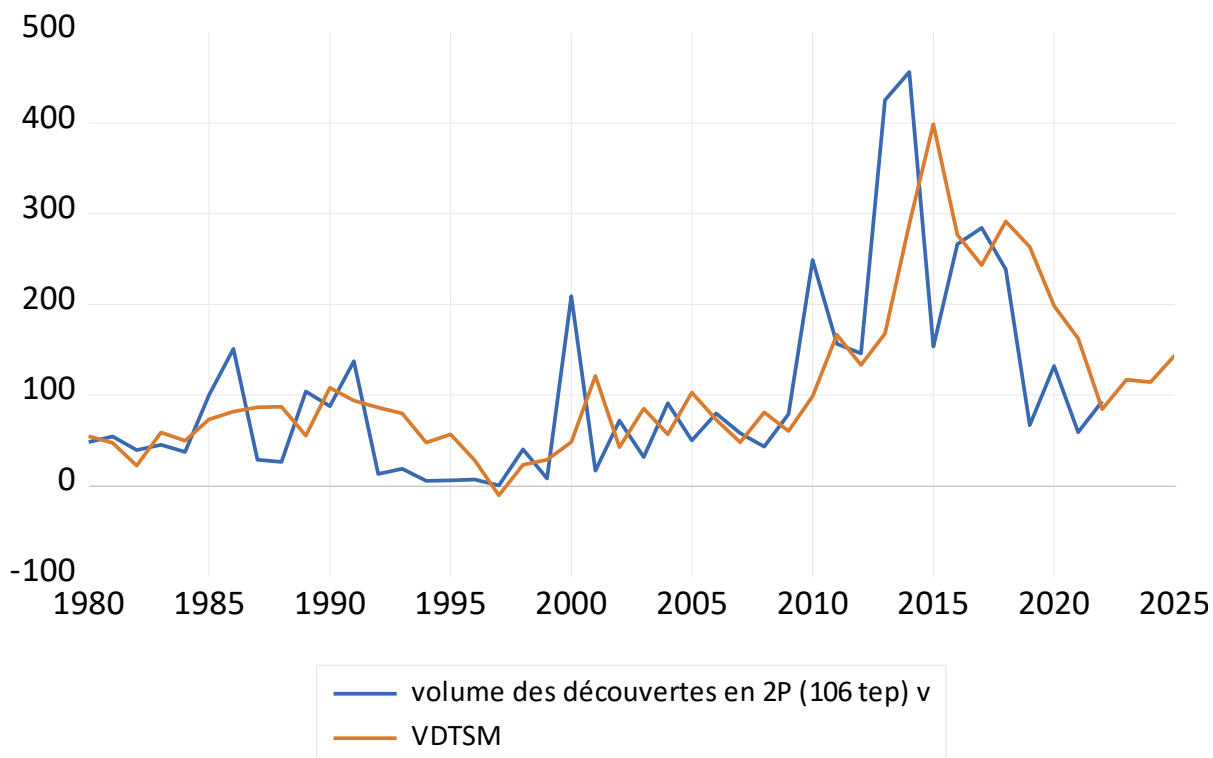
الجدول رقم (8) : نتائج التنبؤ لسنوات الثلاثة المقبلة باستعمال نموذج Holt-Winters للسلسلة حجم الاكتشافات

2025	2024	2023	السنة
143.7299	114.2434	116.9125	التنبؤ

المصدر: من إعداد الطالبين بالاعتماد على مخرجات برنامج EVIEWS

نلاحظ زيادة واضحة خلال السنوات الثلاث القادمة خاصة سنة 2025 وسنوضح الفرق بالمقارنة بسنوات القادمة في رسم البياني تالي:

الشكل رقم (12) : رسم بياني لتنبؤات سنوات الثلاثة القادمة باستعمال طريقة Holt-Winters



المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج EViews

● التنبؤ بحجم الاكتشافات النفطية باستعمال نموذج: **Box Jenkins**  
 ➤ دراسة الاستقرارية:

الشكل رقم (13): منحني دالة الارتباط الذاتي و الجزئي لسلسلة الاكتشافات النفطية عند المستوى

$$VD_t$$

Sample: 1980 2022  
 Included observations: 43

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.571	0.571	15.034	0.000		
2	0.428	0.150	23.667	0.000		
3	0.467	0.263	34.205	0.000		
4	0.436	0.111	43.645	0.000		
5	0.130	-0.357	44.506	0.000		
6	0.082	-0.057	44.855	0.000		
7	0.051	-0.096	44.995	0.000		
8	-0.035	-0.023	45.063	0.000		
9	-0.031	0.219	45.118	0.000		
10	0.020	0.093	45.141	0.000		
11	-0.038	-0.054	45.229	0.000		
12	0.055	0.071	45.115	0.000		

المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج EViews.

- من خلال هذا البيان نلاحظ ان بعض معاملات الارتباط الذاتي و الجزئي تقع خارج مجال الثقة و بالتالي يمكننا القول ان السلسلة غير مستقرة عند المستوى و لكن يجب التأكد من هذا الاستنتاج الأولي و هذا باستعمال اختبار ديكي فولر المطور

- اختبار ديكي فولر المطور ADF على سلسلة حجم الاستكشافات النفطية

جدول رقم (09) : جدول ملخص لنتائج اختبار ديكي فولر المطور ADF

عند المستوى			
القيمة الحرجة عند 0,05	PROB*	T stat	
-3,52	0,024	-3 .829	[6] وجود الثابت و اتجاه عام
-2,933	0.023	-3.318	[5] وجود الثابت

المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج. EVIEWS

نلاحظ من نتائج الاختبار أن السلسلة مستقرة عند المستوى بالثابت, وهي من نوع DS حيث :

$$\left\{ \begin{array}{l} C = 0.023 \\ PROB = 0.02 \end{array} \right. < 0.05 \%$$

بعد ان تاكدنا من استقرار السلسلة نمر الان الى تطبيق طريقة **BOX-JENKINS**

❖ **مرحلة التعرف على النموذج :**

- من خلال تحليلنا للمنحنى الخاص بدالة كل من الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي للسلسلة عند المستوى قمنا بترشيح النماذج المحتملة التالية :

ARMA(1,0,0) / ARMA(1,0,1) / ARMA(1,0,2) / ARMA(1,0,3) / ARMA(1,0,4)  
 ARMA(5,0,0) / ARMA(5,0,1) / ARMA(5,0,2) / ARMA(5,0,3) / ARMA(5,0,4)

• **مرحلة تقدير النماذج ودراسة جودتها :**

➤ **اختيار النموذج:**

**الجدول (10) : جدول مقارنة للنماذج الممكنة للسلسلة حجم الاكتشافات**

انطلاقاً من مخرجات البرنامج EVIEWS .

PROB		$R^2$	AIC	النماذج
AR	MA			
<b>0.000</b>	<b>-</b>	<b>0.328</b>	<b>11.895</b>	<b>ARMA(1,0,0)</b>
0.06	0.008	0.364	11.889	ARMA(1,0,1)
0.000	0.865	0.329	11.94	ARMA(1,0,2)
0.0001	0.1084	0.358	11.89	ARMA(1,0,3)
0.003	0.051	0.449	11.762	ARMA(1,0,4)
0.543	-	0.018	12.26	ARMA(5,0,0)
0.840	0.0009	0.242	12.058	ARMA(5,0,1)
0.844	0.236	0.108	12.219	ARMA(5,0,2)

0.854	0.002	0.242	12.073	ARMA(5,0,3)
0.941	0.0015	0.289	12.028	ARMA (5,0,4)

المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

بعد تقدير النماذج ودراسة جودتها وفقاً لمعايير القوة التنبؤية ومعايير المعلومات المذكورة في الجدول أعلاه قمنا بالاحتفاظ بالنموذج  $ARMA(1,0,0)$  لتمثيل سلسلة  $VD_t$ .

حيث ان كلما كانت قيمتا Akaike و Schwarz صغيرتين كلما كان النموذج ملائماً وأقوى، وهذا ما وجدناه في النموذج المختار بالمقارنة بالنماذج الاخرى وبالتالي يمكننا القول ان النموذج مقبول احصائياً.

باستعمال مخرجات برنامج EViews يمكننا كتابة النموذج كالتالي:

$$Y_t = \phi Y_{t-1} + c + \varepsilon_t$$

$$VD_t = 100,696 Y_{t-1} + c + \varepsilon_t$$

• اختبار استقرارية البواقي:

❖ دراسة الاستقرارية بالنسبة للمتوسط

الاختبار الأول يهدف الى معرفة ما ان كانت البواقي تتبع خطأ ابيض و من اجل ذلك نستخدم إحصائية **LJUNG-BOX** للنموذج الموضح في الشكل الموالي :

الشكل رقم (14) :منحنى دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للنموذج  $ARMA(1.0.0)$  الخاص بالسلسلة  $VD_t$  لاختبار الاستقرارية بالنسبة للمتوسط

Sample: 1980 2022

Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1			-0.076	-0.076	0.2695	
2			-0.031	-0.037	0.3146	0.575
3			0.190	0.186	2.0597	0.357
4			0.356	0.400	8.3454	0.039
5			-0.178	-0.107	9.9605	0.041
6			0.008	-0.064	9.9641	0.076
7			0.056	-0.126	10.131	0.119
8			-0.084	-0.214	10.521	0.161
9			-0.050	0.048	10.662	0.222
10			0.091	0.148	11.150	0.266
11			-0.044	0.080	11.267	0.337
12			-0.083	0.014	11.700	0.387
13			0.024	-0.099	11.738	0.467
14			0.170	0.096	13.666	0.398
15			-0.178	-0.145	15.851	0.323
16			0.014	0.011	15.866	0.391
17			-0.093	-0.192	16.504	0.418
18			-0.024	-0.140	16.550	0.485
19			-0.122	0.011	17.740	0.473
20			-0.017	0.006	17.765	0.538

المصدر : من إعداد الطالبين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

من خلال منحنى دالة الارتباط الذاتي والجزئي للبواقي الممثل في الشكل أعلاه نلاحظ ان اغلبية الحدود تقع داخل مجال الثقة ما عدا حدين كما ان الاحصائية  $Q_{stat.} = 17.765$  صغيرة وهذا ما يدل على غياب مشكلة الارتباط الذاتي للأخطاء وبالتالي قبول فرضية المعدومة التي تنص على عدم وجود المشكلة.

❖ دراسة الاستقرارية بالنسبة للتباين

الشكل رقم (15): منحنى دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للنموذج ARMA (1.0.0) الخاص بالسلسلة VDt لاختبار الاستقرارية بالنسبة للتباين

Sample: 1980 2022

Included observations: 43

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1			0.241	0.241	2.6794	0.102
2			0.080	0.023	2.9802	0.225
3			0.242	0.231	5.8146	0.121
4			-0.024	-0.149	5.8427	0.211
5			-0.081	-0.058	6.1735	0.290
6			-0.033	-0.060	6.2314	0.398
7			-0.144	-0.093	7.3406	0.394
8			-0.115	-0.030	8.0775	0.426
9			-0.058	-0.014	8.2670	0.507
10			-0.016	0.060	8.2812	0.601
11			-0.092	-0.101	8.7881	0.641
12			0.077	0.130	9.1535	0.690
13			0.226	0.176	12.450	0.491
14			0.071	0.002	12.785	0.544
15			-0.005	-0.114	12.787	0.619
16			-0.018	-0.132	12.811	0.687
17			-0.076	-0.037	13.242	0.720
18			-0.044	0.027	13.391	0.768
19			-0.062	0.002	13.697	0.801
20			-0.095	-0.015	14.460	0.806

المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

- من خلال منحنى دالة الارتباط الذاتي والجزئي للبواقي الممثل في الشكل أعلاه نلاحظ ان كل الحدود تقع داخل مجال الثقة 0.05 وهذا مؤشر على غياب الارتباط الذاتي للبواقي مربع وبالتالي قبول فرضية المعدومة التي تنص على ان تباين البواقي ثابت خلال فترة الدراسة.

#### ❖ اختبار ARCH لدراسة مشكلة عدم تجانس الأخطاء:

جدول رقم (11) : مخرجات اختبار ARCH على برنامج EViews

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	2.490494	Prob. F(1,40)	0.1224
Obs*R-squared	2.461745	Prob. Chi-Square(1)	0.1166

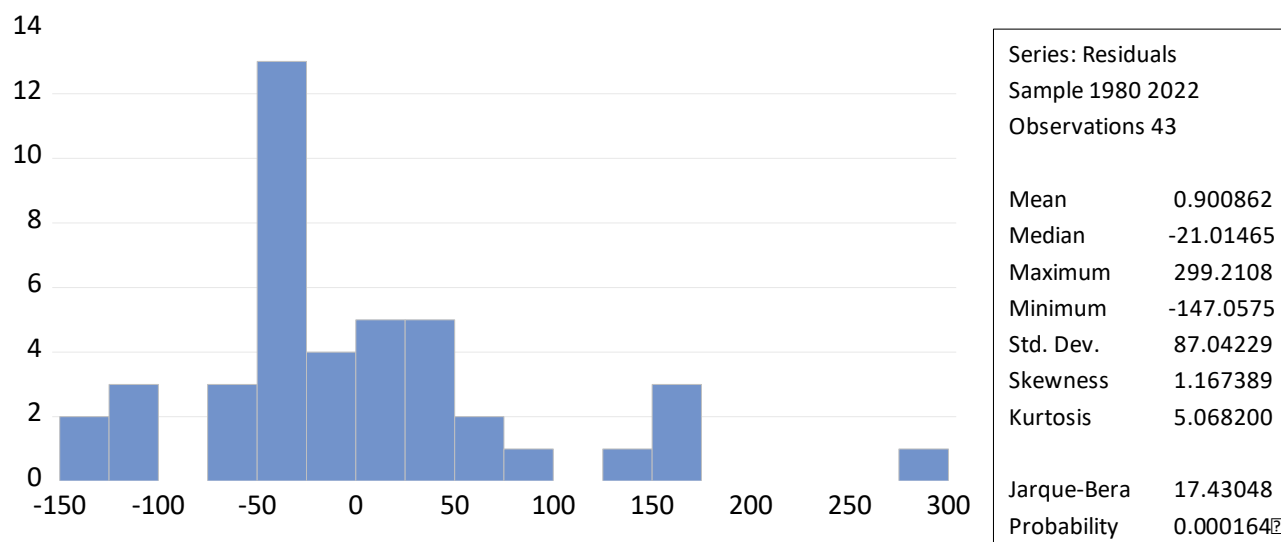
المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

بما ان  $F\text{-statistic}=2.49$  و  $prob=0.12$  فان النتائج المتحصل عليها تبين وجود ثبات تجانس الأخطاء أي عدم وجود مشكلة.

#### ❖ اختبار إحصائية JARQUE-BERRA لدراسة التوزيع الطبيعي للأخطاء :

الشكل رقم (16) : منحنى اختبار التوزيع الطبيعي للأخطاء Jarque-Berra

لسلسلة الاكتشافات النفطية



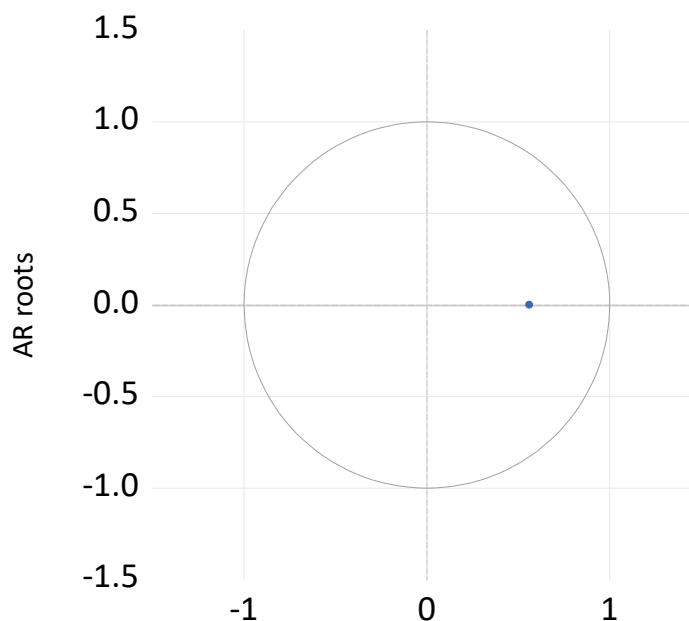
المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

تبين النتائج ان الأخطاء لا تتبع توزيعا طبيعيا لأن إحصائية J-B تساوي 17.43 وهي اكبر من القيمة المجدولة التي تساوي 5,99 كما ان الاحتمال يساوي 0.00016 .

❖ اختبار مقلوب جذر الوحدة:

الشكل رقم (17) : منحني اختبار مقلوب جذر الوحدة على لسلسلة الاكتشافات النفطية

## VDT: Inverse Roots of AR/MA Polynomial(s)



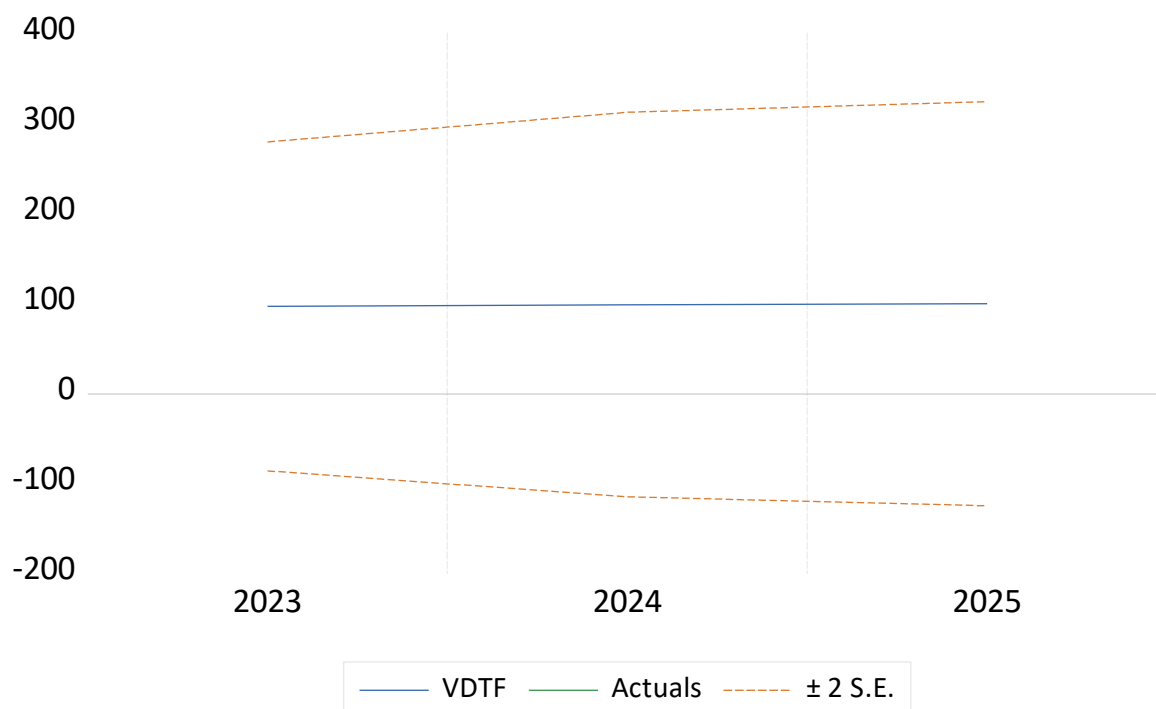
المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

نلاحظ من خلال الشكل البياني أعلاه ان النقاط تقع داخل الدائرة أي داخل حدود دائرة الهدف وقيمها اقل او تساوي الواحد وبالتالي شرط الاستقرارية لاختبار مقلوب جذر الوحدة محقق وبالتالي فانه يمكننا القول ان النموذج مستقر.

بعد اختيار أفضل نموذج والتأكد من استقراريته ككل ننتقل الى مرحلة التنبؤ

➤ التنبؤ :

الشكل رقم (18) : التمثيل البياني لسلسلة الاكتشافات النفطية المتنبئ بها من  
2023 الى 2025



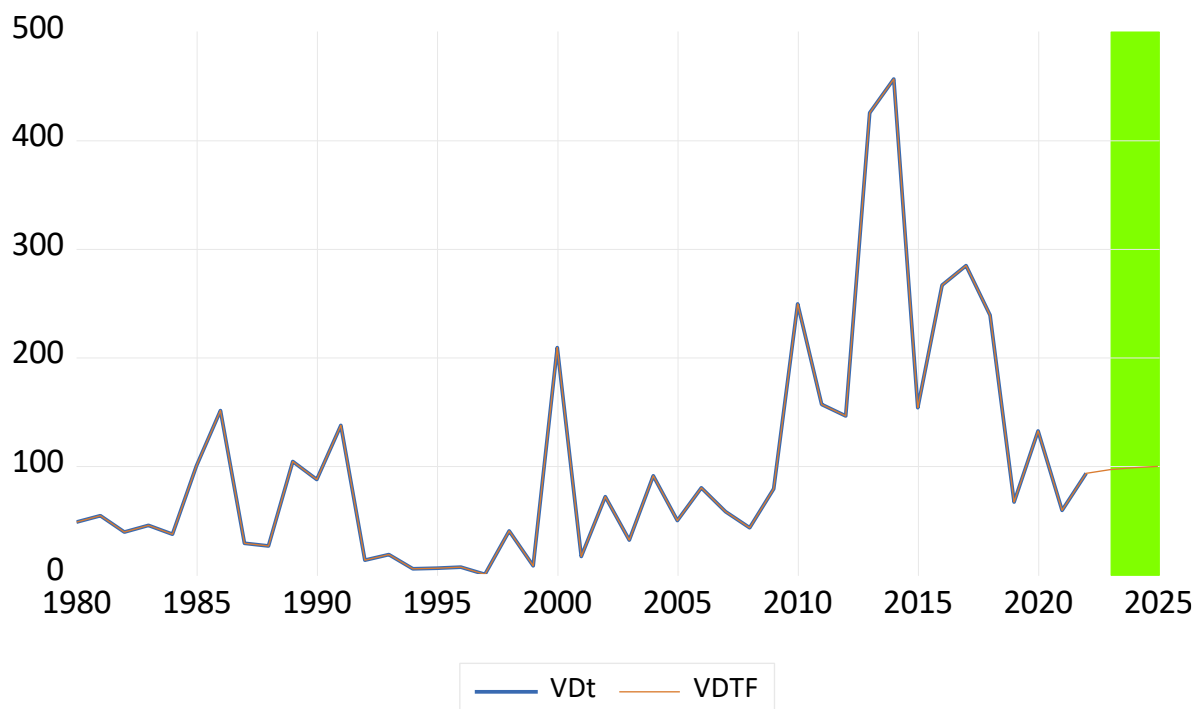
المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج. EVIEWS

الجدول رقم (12) : نتائج التنبؤ بالسنوات الثلاثة المقبلة باستعمال نموذج Box-Jenkins

السنوات	2023	2024	2025
التنبؤ	96.37010	98.26456	99.32950

المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج. EVIEWS

الشكل رقم (19) :تمثيل بياني مقارنة لمنحنى السلسلة المتنبئ بها مع السلسلة الاصلية لتطور حجم الاكتشافات النفطية



المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج EVIEWS.

### المبحث الثالث: دراسة و تنبؤ بسلسلة حجم الأسعار $PRX_t$ تعريف بسلسلة:

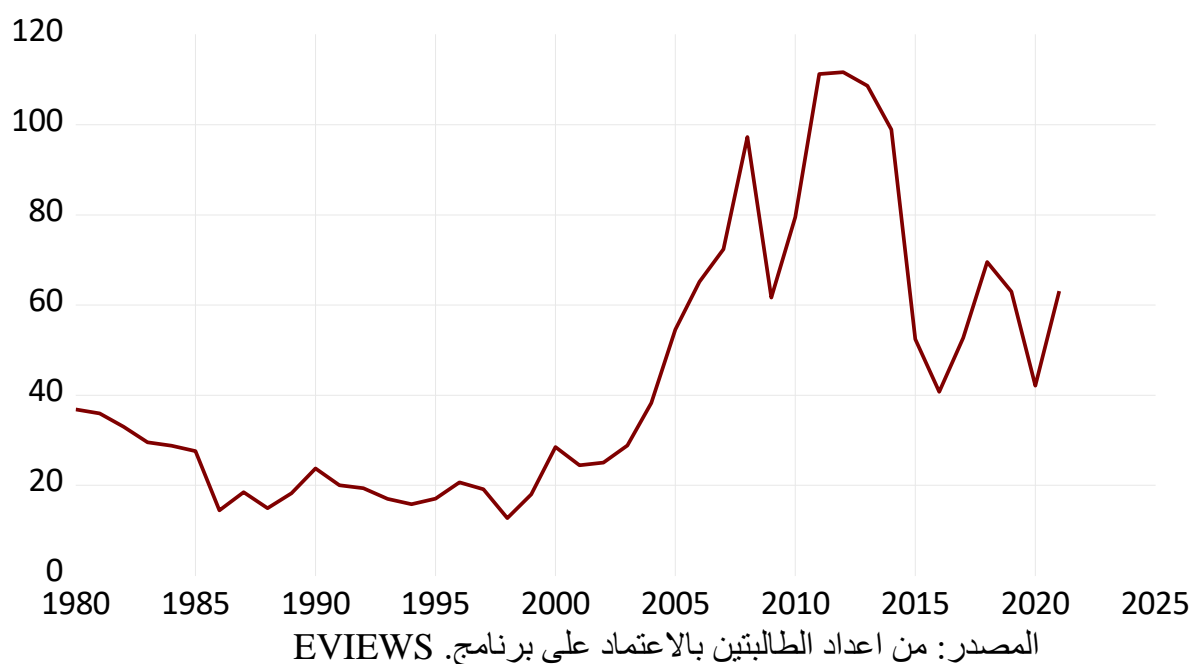
تمثل السلسلة التطور السنوي لاسعار برميل البترول في الفترة الممتدة من 1980 الى 2022

#### التحليل الأولي لسلسلة التطور السنوي لاسعار النفط: $PRX_t$

قمنا بتحليل منحنى التطور الزمني لتطور السنوي لاسعار النفط الممثل في الشكل الموالي :

الشكل رقم (20) : منحنى التطور الزمني لسلسلة التطور السنوي لاسعار النفط

PRX



➤ نلاحظ من خلال المنحنى البياني للسلسلة الزمنية للأمتار المحفورة وجود نمو وتطور للظاهرة بميل موجب والذي قد يمكن تفسيره بوجود اتجاه عام.

➤ التنبؤ بتطور السنوي لاسعار النفط باستعمال نموذج Holt- Winters :

جدول رقم (13) : تقديرات معاملات نموذج التلميس الأسى ل Holt Winters لسلسلة أسعار النفط

Date: 07/26/23 Time: 21:03  
 Sample: 1980 2021  
 Included observations: 42  
 Method: Holt-Winters Additive Seasonal  
 Original Series: PX  
 Forecast Series: PXSM

Parameters:	Alpha	1.0000
	Beta	0.0000
	Gamma	0.0000
	Sum of Squared Residuals	7683.932
	Root Mean Squared Error	13.52593

End of Period Levels:	Mean	63.99286
	Trend	0.653143
	Seasonals:	
	2017	0.816500
	2018	3.515857
	2019	-1.607286
	2020	-1.822214
	2021	-0.902857

المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج. EVIEWS

بعد تقدير معلمات النماذج تتم عملية التنبؤ باستعمال Eviews12 وتكون نتائجه على شكل التالي:

الجدول رقم (14) : نتائج التنبؤ لسنوات الثلاثة المقبلة باستعمال نموذج Holt-Winters لسلسلة أسعار النفط

السنة	2023	2024	2025
التنبؤ	68.81500	64.34500	64.78321

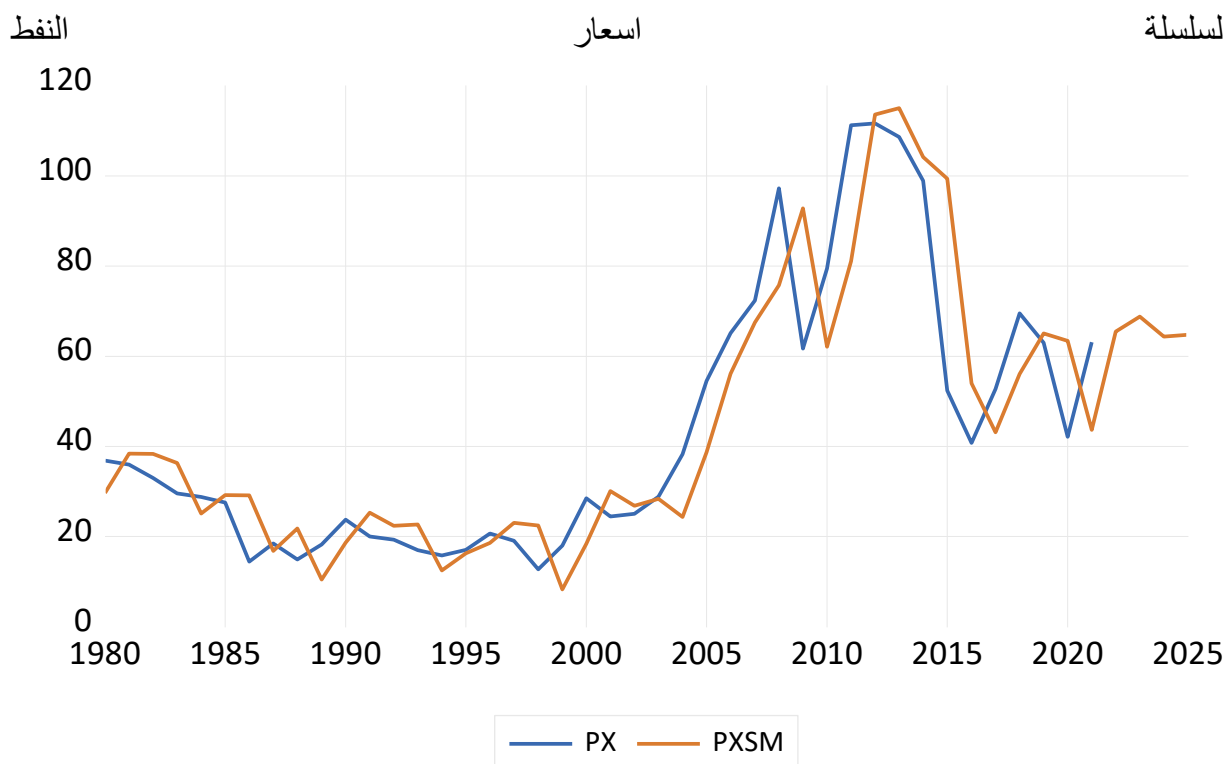
من إعداد

المصدر:

الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EVIEWS

نلاحظ زيادة واضحة خلال السنة 2023 وانخفاض في سنتين 2024 و 2025 وسنوضح الفرق بالمقارنة بسنوات القادمة في رسم البياني تالي :

الشكل رقم (21) : رسم بياني لتنبؤات سنوات الثلاثة القادمة باستعمال طريقة Holt-Winters



المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج EViews.

التنبؤ بتطور السنوي لاسعار النفط باستعمال نموذج: Box Jenkins

➤ دراسة الاستقرارية :

الشكل رقم (22) : منحنى دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الجزئي لسلسلة الأسعار  $PRX_t$  عند المستوى

Sample (adjusted): 1980 2021  
Included observations: 42 after adjustments

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1			0.881	0.881	35.018	0.000
2			0.766	-0.050	62.117	0.000
3			0.685	0.089	84.320	0.000
4			0.598	-0.071	101.71	0.000
5			0.543	0.109	116.45	0.000
6			0.483	-0.071	128.42	0.000
7			0.372	-0.234	135.71	0.000
8			0.234	-0.219	138.70	0.000
9			0.111	-0.086	139.39	0.000
10			0.047	0.156	139.52	0.000
11			-0.011	-0.069	139.53	0.000
12			-0.085	-0.113	139.97	0.000
13			-0.121	0.152	140.90	0.000
14			-0.182	-0.072	143.09	0.000
15			-0.226	0.066	146.59	0.000
16			-0.256	-0.172	151.27	0.000
17			-0.278	0.001	156.98	0.000
18			-0.297	-0.053	163.80	0.000
19			-0.328	-0.100	172.42	0.000
20			-0.340	-0.001	182.12	0.000

المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج EViews.

- من تحليل هذا البيان نلاحظ ان بعض معاملات الارتباط الذاتي و الجزئي تقع خارج مجال الثقة و بالتالي يمكننا القول ان السلسلة غير مستقرة عند المستوى و للتأكد من هذا ننتقل الى اختبار ديكي فولر المطور

- اختبار ديكي فولر المطور ADF على سلسلة أسعار النفط

جدول رقم (15) : جدول ملخص لنتائج اختبار ديكي فولر المطور ADF

عند الفرق الأول			عند المستوى			
القيمة الدرجة عند 0,05	PROB*	T.STAT	القيمة الدرجة عند 0,05	PROB*	T.STAT	
-3,526	0,000	-5,96	-3,52	0,47	-2,209	[6]

-2,936	0,000	-5,771	-2,93	0,54	-1,462	[5]
<b>-1,94</b>	<b>0,000</b>	<b>-5,83</b>	-1,94	0,46	-0,751	[4]

المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

- نلاحظ من نتائج الاختبار أن السلسلة غير مستقرة عند المستوى وانها من نوع DS وبعد اجراء الفرق الأول استقرت بدون ثابت و بدون اتجاه عام .

بعد ان أصبحت السلسلة مستقرة يمكننا الان ان نمر الى تطبيق طريقة **BOX-JENKINS**

❖ مرحلة التعرف على النموذج :

الشكل رقم (23) : منحنى دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الجزئي لسلسلة لسلسلة الأسعار عند الفروقات من الدرجة الأولى  $DPRX_t$

Sample (adjusted): 1981 2021  
Included observations: 41 after adjustments

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.037	0.037	0.0589	0.808		
2	-0.208	-0.210	2.0218	0.364		
3	0.001	0.018	2.0219	0.568		
4	-0.102	-0.154	2.5216	0.641		
5	0.051	0.072	2.6481	0.754		
6	0.184	0.130	4.3527	0.629		
7	-0.002	0.014	4.3528	0.738		
8	-0.097	-0.049	4.8582	0.773		
9	-0.277	-0.287	9.0768	0.430		
10	-0.025	0.001	9.1126	0.521		
11	0.137	0.011	10.220	0.511		
12	-0.132	-0.189	11.278	0.505		
13	0.020	0.022	11.305	0.585		
14	-0.024	-0.073	11.343	0.659		
15	-0.047	0.097	11.493	0.717		
16	-0.013	-0.100	11.505	0.777		
17	0.026	-0.012	11.555	0.826		
18	0.064	0.018	11.866	0.854		
19	-0.068	-0.112	12.240	0.875		
20	-0.116	-0.078	13.369	0.861		

المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

- من خلال تحليلنا للمنحنى الخاص بدالة كل من الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي للسلسلة عند الفرق الأول قمنا بترشيح النماذج المحتملة التالية :

ARIMA (0.1.2) , ARIMA(2.1.0) , ARIMA(2,1,2) , ARIMA(2.1.9) , ARIMA(9.1.0) , (9.1.2), ARIMA(0.1.9), ARIMA(9.1.9)

• مرحلة تقدير النماذج ودراسة جودتها :

- باستخدام برنامج EViews قمنا بتقدير معاملات النماذج الممكنة و قمنا بتلخيص النتائج في الجول الموالي :

➤ اختيار النموذج:

الجدول رقم (16) :جدول مقارنة للنماذج الممكنة للسلسلة أسعار النفط

PROB		$R^2$	AIC	المعايير النماذج
MA(P)	AR(Q)			
0.71	0.79	0.07	8.32	ARIMA(2,1,2)
	0.05	0.07	8.72	ARIMA(2.1.0)
<b>0.03</b>		<b>0.07</b>	<b>8.27</b>	<b>ARIMA (0.1.2)</b>
0.33	0.5	0.12	8.28	ARIMA(2.1.9)
0.05	0.27	0.14	8.26	ARIMA (9.1.2)
	0.14	0.10	8.27	ARIMA(9.1.0)
0.21		0.07	8.29	ARIMA(0.1.9)
0.91	0.73	0.11	8.31	ARIMA(9.1.9)

المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

- بعد تقدير النماذج و دراسة جودتها وفقاً لمعايير القوة التنبؤية ومعايير المعلومات المذكورة في الجدول أعلاه قمنا بالاحتفاظ بالنموذج **ARIMA (0.1.2)** لتمثيل سلسلة  $PRX_t$  باستعمال مخرجات برنامج EViews يمكننا كتابة النموذج كالتالي:

$$PX_t = \theta \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$PX_t = -0,306 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

• اختبار البواقي:

❖ دراسة الاستقرارية بالنسبة للمتوسط

الاختبار الأول يهدف الى معرفة ما ان كانت البواقي تتبع خطأ ابيض و من اجل ذلك نستخدم إحصائية **LIJUNG-BOX** للنموذج الموضح في الشكل الموالي :

الشكل رقم (24) : منحني دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للنموذج **ARIMA (0.1.2)** الخاص بالسلسلة **VDt** لاختبار الاستقرارية بالنسبة للمتوسط

Sample (adjusted): 1981 2022

Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.139	0.139	0.8692	
		2	-0.033	-0.053	0.9198	0.338
		3	0.004	0.016	0.9204	0.631
		4	0.014	0.010	0.9306	0.818
		5	0.016	0.013	0.9428	0.918
		6	0.059	0.058	1.1238	0.952
		7	-0.265	-0.288	4.8209	0.567
		8	-0.089	0.000	5.2498	0.630
		9	-0.233	-0.273	8.2787	0.407
		10	-0.054	0.027	8.4458	0.490
		11	0.139	0.138	9.5984	0.476
		12	-0.055	-0.116	9.7865	0.550
		13	-0.144	-0.047	11.101	0.520
		14	0.071	0.014	11.430	0.575
		15	-0.015	-0.038	11.445	0.651
		16	0.032	-0.085	11.520	0.715
		17	0.056	0.013	11.749	0.761
		18	0.050	0.081	11.940	0.804
		19	-0.044	-0.114	12.096	0.842
		20	-0.099	-0.089	12.920	0.843

المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج **EViews**

- من خلال منحني دالة الارتباط الذاتي والجزئي للبواقي الممثل في الشكل أعلاه نلاحظ ان كل الحدود تقع داخل مجال الثقة كما ان الاحصائية  $Q\_stat. = 12.92$  وهذا ما يدل على غياب مشكلة الارتباط الذاتي للأخطاء وبالتالي قبول فرضية المعدومة التي تنص على عدم وجود المشكلة.

❖ دراسة الاستقرارية بالنسبة للتباين

الشكل رقم (25): منحنى دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للنموذج ARIMA (0.1.2) الخاص بالسلسلة لاختبار الاستقرارية بالنسبة للتباين

Sample (adjusted): 1981 2022  
Included observations: 42 after adjustments

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.241	0.241	2.6192	0.106
		2	0.068	0.011	2.8353	0.242
		3	0.022	0.003	2.8579	0.414
		4	0.074	0.072	3.1277	0.537
		5	0.170	0.145	4.5672	0.471
		6	0.280	0.221	8.5813	0.199
		7	0.445	0.379	19.049	0.008
		8	-0.056	-0.266	19.219	0.014
		9	-0.044	-0.024	19.328	0.023
		10	0.020	0.005	19.351	0.036
		11	0.038	-0.087	19.437	0.054
		12	0.051	-0.100	19.599	0.075
		13	0.078	-0.057	19.983	0.096
		14	0.035	-0.098	20.061	0.128
		15	-0.045	0.164	20.199	0.164
		16	-0.057	-0.077	20.433	0.201
		17	-0.052	-0.070	20.633	0.243
		18	-0.090	-0.048	21.253	0.267
		19	-0.103	-0.078	22.101	0.279
		20	-0.104	-0.108	23.003	0.289

المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

- من خلال منحنى دالة الارتباط الذاتي والجزئي للبواقي الممثل في الشكل أعلاه نلاحظ ان كل الحدود تقع داخل مجال الثقة 0.05 وهذا مؤشر على غياب الارتباط الذاتي للبواقي وبالتالي قبول فرضية المعدومة التي تنص على عدم وجود المشكلة على مستوى تباين بواقي التقدير.

❖ اختبار ARCH لدراسة مشكلة عدم تجانس الأخطاء:

الجدول رقم (17) : مخرجات اختبار ARCH على برنامج EViews

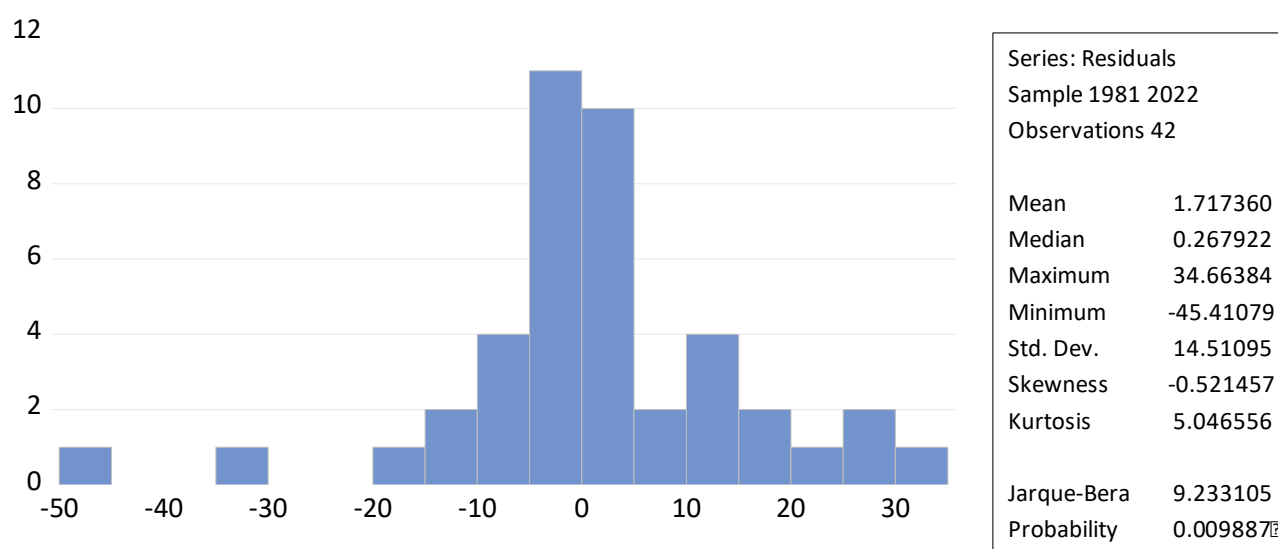
Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	2.892478	Prob. F(1,39)	0.0970
Obs*R-squared	2.830857	Prob. Chi-Square(1)	0.0925

المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

- بما ان  $F\text{-statistic}=2.89$  و  $prob=0.09$  فان النتائج المتحصل عليها تبين وجود تجانس تباين الأخطاء أي عدم وجود مشكلة.

❖ اختبار إحصائية JARQUE-BERRA لدراسة التوزيع الطبيعي للأخطاء :  
الشكل رقم (26) : منحنى اختبار التوزيع الطبيعي للأخطاء Jarque-Berra على سلسلة  $DPRX_t$

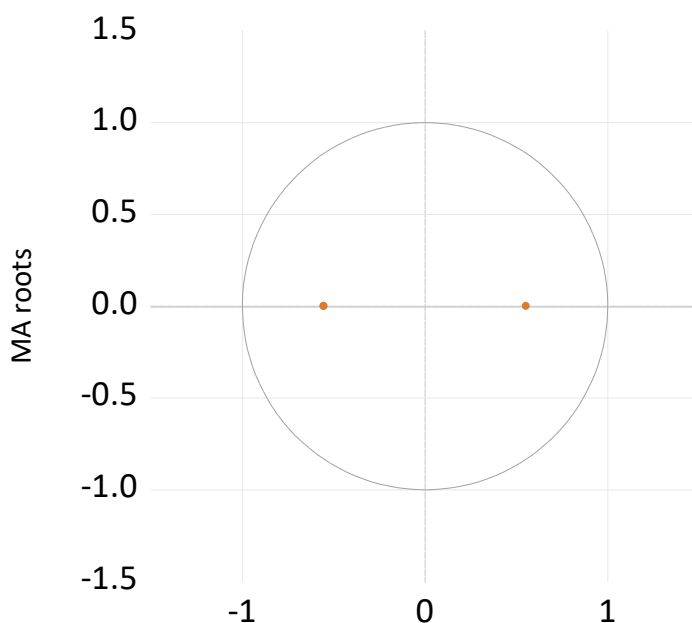


تبين النتائج ان الأخطاء لا تتبع توزيعا طبيعيا لأن إحصائية J-B تقدر ب 9.233 وهي اكبر من القيمة المجدولة التي تساوي 5,99 كما ان الاحتمال يساوي 0.009 اي اصغر من مستوى المعنوية 5% .

❖ اختبار مقلوب جذر الوحدة:

الشكل رقم (27) : منحنى اختبار مقلوب جذر الوحدة على لسلسلة أسعار النفط

## D(PRX): Inverse Roots of AR/MA Polynomial(s)



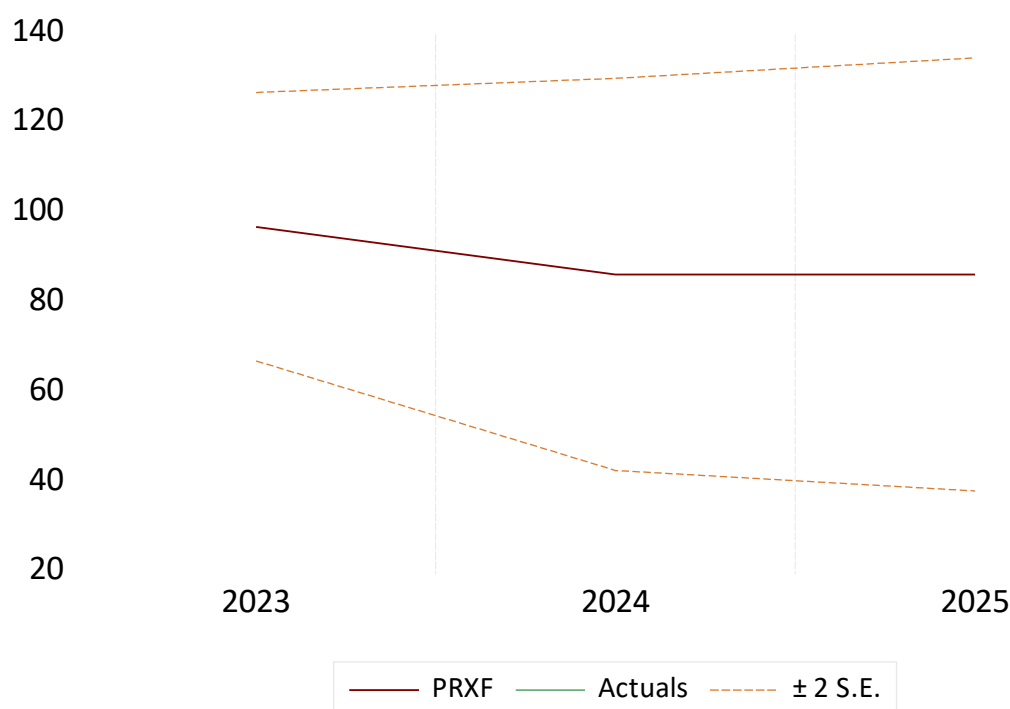
المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

نلاحظ من خلال الشكل البياني أعلاه ان نقطة تقع داخل الدائرة أي داخل حدود دائرة الهدف وقيمها اقل او تساوي الواحد وبالتالي شرط الاستقرار لا اختبار مقلوب جذر الوحدة محقق وبالتالي فانه يمكننا القول ان النموذج ككل مستقر.

✓ بعد اختيار أفضل نموذج والتأكد من استقراره ككل ننتقل الى مرحلة التنبؤ

❖ التنبؤ :

الشكل رقم (28) : التمثيل البياني لسلسلة الاكتشافات النفطية المتنبئ بها بطريقة Box-Jenkins من 2023 الى 2025



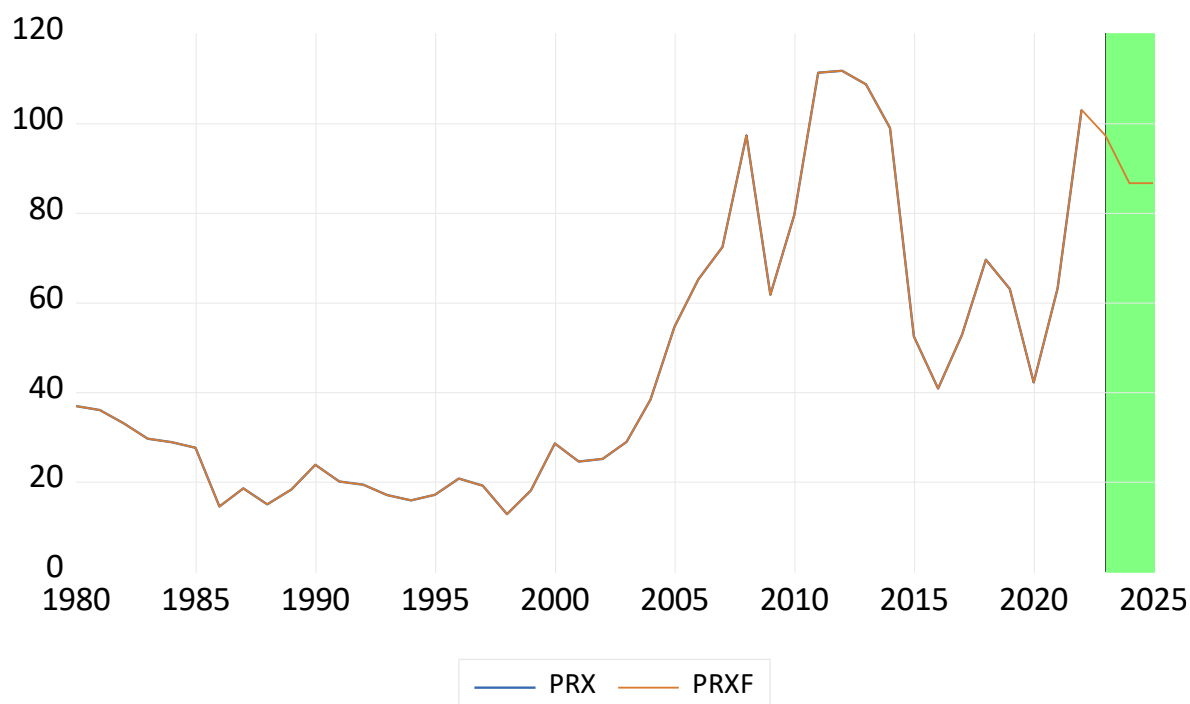
المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج. EVIEWS

الجدول رقم (18) : نتائج التنبؤ بالسنوات الثلاثة المقبلة باستعمال نموذج Box-Jenkins

السنوات	2023	2024	2025
التنبؤ	97.209	86.753	86.750

المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج. EVIEWS

الشكل رقم (29) : تمثيل بياني مقارنة لمنحنى السلسلة المتنبئ بها مع منحنى السلسلة الاصلية



المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج EViews.

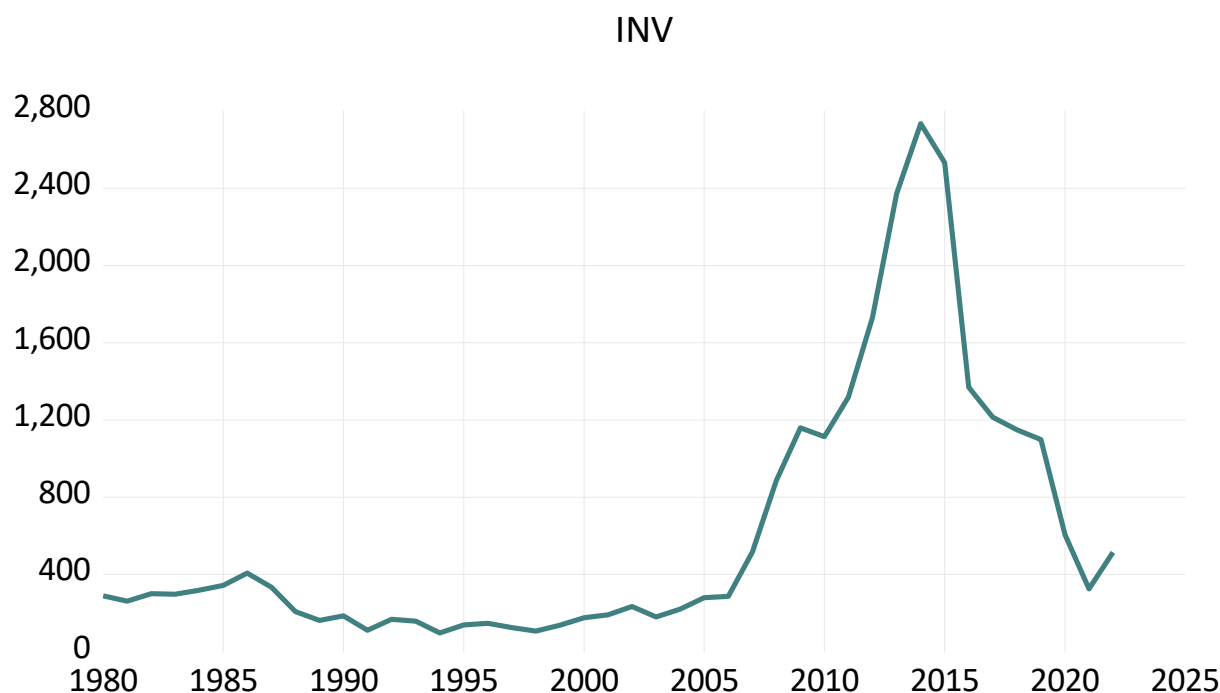
**المبحث الرابع: سلسلة الاستثمارات الخاصة بقسم الاكتشاف البترولي  $INV_t$**   
تعريف بالسلسلة:

تمثل السلسلة التطور السنوي للمبالغ المستثمرة في الاكتشاف البترولي للفترة الممتدة من 1980 الى 2022

**التحليل الأولي لمنحنى سلسلة الاستثمارات الخاصة بقسم الاكتشاف البترولي**

قمنا بتحليل منحنى التطور الزمني لتطور السنوي للمبالغ المستثمرة الممثل في الشكل الموالي :

**الشكل رقم (30) : منحنى التطور الزمني لسلسلة التطور السنوي للمبالغ المستثمرة في الاكتشاف البترولي**



المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

- نلاحظ من خلال المنحنى البياني للسلسلة الزمنية للأمتار المحفورة وجود نمو وتطور للظاهرة بميل موجب والذي قد يمكن تفسيره بوجود اتجاه عام.

التنبؤ بتطور السنوي لاسعار النفط باستخدام نموذج **Holt- Winters** :

الجدول رقم (19) : تقديرات معلمات نموذج التلميس الأسّي ل Holt Winters للسلسلة المبالغ المستثمرة

$INV_t$

Sample: 1980 2022

Included observations: 43

Method: Holt-Winters Additive Seasonal

Original Series: INV

Forecast Series: INVSM

Parameters:	Alpha	1.0000
	Beta	0.3300
	Gamma	0.0000
Sum of Squared Residuals		2675526.
Root Mean Squared Error		249.4424

End of Period Levels:	Mean	563.8500
	Trend	-98.70437
	Seasonals:	
	2018	9.702857
	2019	47.25571
	2020	73.04429
	2021	-81.15286
	2022	-48.85000

المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج EViews.

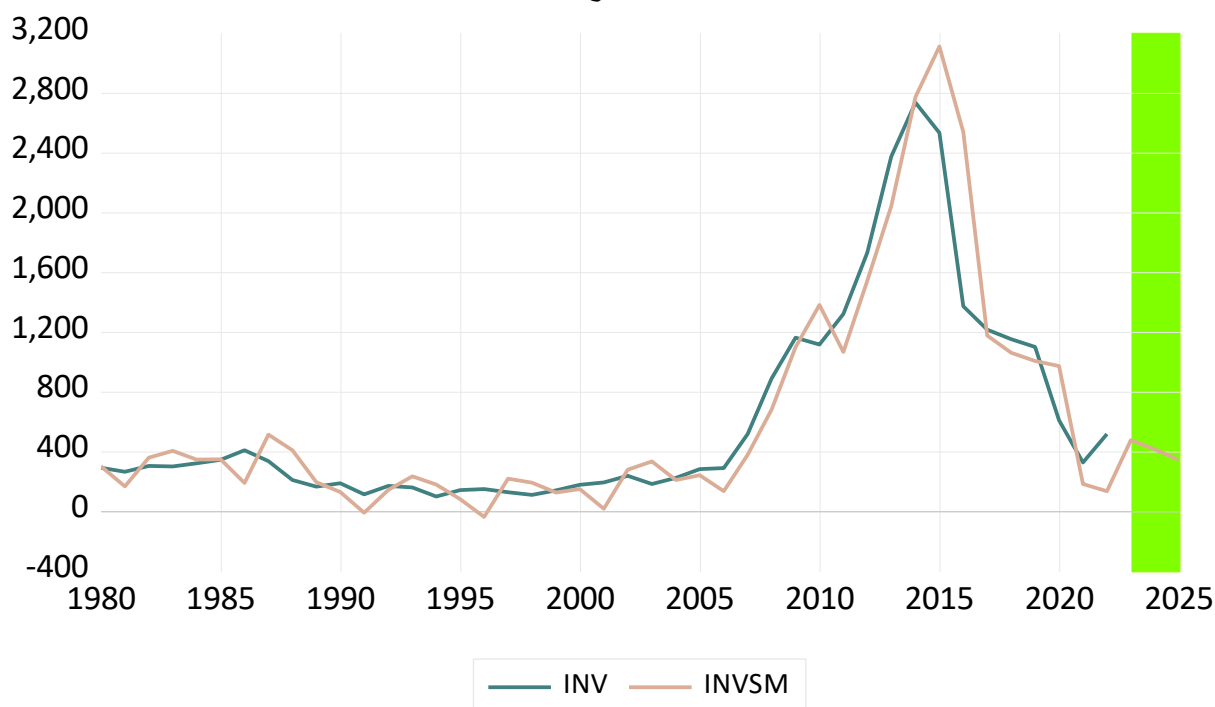
- بعد تقدير معلمات التمهيد ألفا وبيتا، والتي تكون محصورة بين 0 و 1. تتم عملية التنبؤ باستعمال Eviews12 وتكون نتائجه على الشكل التالي :

الجدول رقم (20) : نتائج التنبؤ لسنوات الثلاثة المقبلة باستعمال نموذج Holt-Winters لسلسلة المبالغ المستثمرة  $INV_t$

السنة	2023	2024	2025
التنبؤ	474,8485	413,6970	340,7812

المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

الشكل رقم (31) : رسم بياني لتنبؤات سنوات الثلاثة القادمة باستعمال طريقة Holt-Winters لسلسلة المبالغ المستثمرة



التنبؤ بالمبالغ المستثمرة للسنوات القادمة باستعمال طريقة

: Box-Jenkins

➤ دراسة الاستقرارية :

الشكل رقم(32) : منحني دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الجزئي لسلسلة المبالغ المستثمرة  $INVt$  عند المستوى

Sample (adjusted): 1980 2022  
Included observations: 43 after adjustments

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.924	0.924	39.342	0.000		
2	0.785	-0.473	68.408	0.000		
3	0.653	0.196	89.055	0.000		
4	0.548	-0.020	103.96	0.000		
5	0.426	-0.350	113.20	0.000		
6	0.281	-0.027	117.33	0.000		
7	0.144	0.043	118.44	0.000		
8	0.049	0.045	118.58	0.000		
9	-0.007	0.040	118.58	0.000		
10	-0.047	0.007	118.71	0.000		
11	-0.087	-0.070	119.16	0.000		
12	-0.120	-0.014	120.05	0.000		
13	-0.139	-0.056	121.30	0.000		
14	-0.154	-0.115	122.88	0.000		
15	-0.169	0.048	124.86	0.000		
16	-0.184	-0.015	127.28	0.000		
17	-0.195	-0.042	130.12	0.000		
18	-0.205	-0.018	133.38	0.000		
19	-0.215	-0.032	137.12	0.000		
20	-0.222	-0.017	141.28	0.000		

المصدر : من إعداد الطالبين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

- من تحليل هذا البيان نلاحظ ان بعض معاملات الارتباط الذاتي و الجزئي تقع خارج مجال الثقة و بالتالي يمكننا القول ان السلسلة غير مستقرة عند المستوى و للتأكد من هذا ننتقل الى اختبار ديكي فولر المطور
- اختبار ديكي فولر المطور ADF على سلسلة المبالغ المستثمرة النفطية

جدول رقم (21) : جدول ملخص لنتائج اختبار ديكي فولر المطور ADF

عند الفرق الأول			عند المستوى			
القيمة الدرجة عند 0,05	PROB*	T.STAT	القيمة الدرجة عند 0,05	PROB*	T.STAT	
-3,54	0,0006	-5,3223	-3,54	0,99	-0,00083	[6]
-2,936	0,004	-3,91	-2,93	0,26	-2,6518	[5]
<b>-1,94</b>	<b>0,002</b>	<b>-3,69</b>	-1,94	0,15	-1,3764	[4]

المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

- نلاحظ من نتائج الاختبار أن السلسلة غير مستقرة عند المستوى وهي من نوع DS وبعد اجراء الفرق الأول استقرت بدون ثابت و بدون اتجاه عام .

- بعد ان أصبحت السلسلة مستقرة يمكننا الان ان نمر الى تطبيق طريقة

### BOX-JENKINS

❖ مرحلة التعرف على النموذج :

الشكل رقم (33) : منحني دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الجزئي لسلسلة المبالغ المستثمرة عند الفروقات من الدرجة الأولى  $DINV_t$

Sample (adjusted): 1981 2022  
Included observations: 42 after adjustments

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1			0.425	0.425	8.1340	0.004
2			-0.040	-0.269	8.2068	0.017
3			-0.165	-0.039	9.4957	0.023
4			0.119	0.280	10.182	0.037
5			0.162	-0.083	11.494	0.042
6			-0.047	-0.144	11.606	0.071
7			-0.258	-0.105	15.131	0.034
8			-0.279	-0.161	19.347	0.013
9			-0.137	-0.060	20.401	0.016
10			-0.019	0.002	20.422	0.026
11			-0.072	-0.100	20.734	0.036
12			-0.098	0.037	21.327	0.046
13			-0.030	0.043	21.386	0.066
14			-0.017	-0.159	21.406	0.092
15			-0.012	-0.011	21.415	0.124
16			-0.033	-0.053	21.492	0.160
17			-0.011	-0.083	21.502	0.205
18			-0.002	-0.013	21.502	0.255
19			-0.020	-0.064	21.535	0.308
20			-0.043	-0.064	21.692	0.357

المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

- من خلال تحليلنا للمنحنى الخاص بدالة كل من الارتباط الذاتي والارتباط الجزئي للسلسلة عند الفرق الأول قمنا بترشيح النماذج المحتملة التالية :

ARIMA(1.1.0) ARIMA(1.1.1) ARIMA (0.1.1) ARIMA(1.1.7) ARIMA  
(0.1.7) ARIMA(1.1.8) ARIMA(0.1.8) ARIMA(2.1.0) ARIMA(2.1.1)  
ARIMA(2.1.7) ARIMA(2.1.8) ARIMA(4.1.1) ARIMA(4.1.0)  
ARIMA(4.1.7) ARIMA(4.1.8)

- مرحلة تقدير النماذج ودراسة جودتها :  
باستخدام برنامج EViews قمنا بتقدير معاملات النماذج الممكنة وكانت النتائج كالتالي:  
➤ اختيار النموذج:

الجدول رقم (22) : جدول مقارنة للنماذج الممكنة لسلسلة المبالغ المستثمرة

PROB		$R^2$	AIC	المعايير النماذج
MA(P)	AR(Q)			
-	0,0007	0.182	13.86	ARIMA(1.1.0)
0.35	0.514	0.219	13.86	ARIMA(1.1.1)
-	0.002	0.206	13.83	ARIMA (0.1.1)
0.133	0.057	0.317	13.78	ARIMA(1.1.7)

0.04	-	0.14	13.93	ARIMA (0.1.7)
<b>0.017</b>	<b>0.0009</b>	<b>0.331</b>	<b>13.78</b>	<b>ARIMA(1.1.8)</b>
0.032	-	0.217	13.88	ARIMA(0.1.8)
-	0.826	0.001	14.06	ARIMA(2.1.0)
0.001	0.87	0.206	13.882	ARIMA(2.1.1)
0.16	0.72	0.15	13.97	ARIMA(2.1.7)
0.006	0.94	0.21	13.93	ARIMA(2.1.8)
0.007	0.172	0.24	13.844	ARIMA(4.1.1)
-	0.302	0.159	14.047	ARIMA(4.1.0)
0.05	0.92	0.148	13.98	ARIMA(4.1.7)
0.008	0.58	0.221	13.93	ARIMA(4.1.8)

المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

بعد تقدير النماذج و دراسة جودتها وفقاً لمعايير القوة التنبؤية ومعايير المعلومات المذكورة في الجدول أعلاه قمنا بالاحتفاظ بالنموذج **ARIMA (1.1.8)** لتمثيل سلسلة  $DINV_t$

- باستعمال مخرجات برنامج EViews يمكننا كتابة النموذج كالتالي:

$$Y_t = \phi Y_{t-1} + \theta \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$Y_t = 0,385Y_{t-1} - 0,562\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

#### • اختبار البواقي:

❖ دراسة الاستقرارية بالنسبة للمتوسط :

الاختبار الأول يهدف الى معرفة ما ان كانت البواقي تتبع خطأ ابيض و من اجل ذلك نستخدم إحصائية **LIJUNG-BOX** للنموذج الموضح في الشكل الموالي :

الشكل رقم 34: منحنى دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للنموذج **ARIMA (1.1.8)** الخاص بالسلسلة **INV** لاختبار الاستقرارية بالنسبة للمتوسط

Sample (adjusted): 1981 2022  
Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.068	0.068	0.2071	
		2 -0.089	-0.094	0.5709	
		3 -0.326	-0.317	5.5983	0.018
		4 0.136	0.187	6.5012	0.039
		5 0.095	0.024	6.9511	0.073
		6 -0.045	-0.162	7.0554	0.133
		7 -0.211	-0.098	9.4161	0.094
		8 -0.127	-0.107	10.288	0.113
		9 0.027	-0.063	10.328	0.171
		10 0.109	0.026	11.013	0.201
		11 -0.034	-0.080	11.083	0.270
		12 -0.066	-0.036	11.353	0.331
		13 0.055	0.099	11.542	0.399
		14 0.052	-0.072	11.719	0.468
		15 0.034	-0.022	11.796	0.544
		16 -0.055	0.009	12.014	0.605
		17 0.006	-0.011	12.017	0.678
		18 -0.031	-0.056	12.090	0.738
		19 0.008	-0.010	12.095	0.794
		20 -0.031	-0.023	12.176	0.838

المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

- من خلال منحنى دالة الارتباط الذاتي والجزئي للبواقي الممثل في الشكل أعلاه نلاحظ ان كل الحدود تقع داخل مجال الثقة كما ان الاحصائية  $Q\_stat. = 12.176$  وهذا ما يدل على غياب مشكلة الارتباط الذاتي للأخطاء وبالتالي عدم قبول فرضية المعدومة التي تنص على عدم وجود المشكلة.

❖ دراسة الاستقرارية بالنسبة للتباين :

الشكل رقم (34) : منحنى دالة الارتباط الذاتي لسلسلة البواقي للنموذج  $ARIMA (1.1.8)$  الخاص بالسلسلة لاختبار الاستقرارية بالنسبة للتباين

Sample (adjusted): 1981 2022  
Included observations: 42 after adjustments

	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.164	0.164	1.2148	0.270		
2	-0.031	-0.059	1.2584	0.533		
3	0.219	0.242	3.5355	0.316		
4	0.190	0.116	5.2977	0.258		
5	0.062	0.043	5.4871	0.359		
6	0.091	0.053	5.9112	0.433		
7	0.001	-0.088	5.9113	0.550		
8	0.090	0.080	6.3536	0.608		
9	0.065	-0.013	6.5910	0.680		
10	-0.015	-0.018	6.6045	0.762		
11	-0.036	-0.054	6.6801	0.824		
12	-0.029	-0.065	6.7322	0.875		
13	-0.030	-0.022	6.7898	0.913		
14	-0.028	-0.023	6.8427	0.941		
15	-0.037	0.004	6.9357	0.959		
16	-0.038	-0.010	7.0390	0.973		
17	-0.046	-0.024	7.1943	0.981		
18	-0.051	-0.024	7.3909	0.986		
19	-0.052	-0.025	7.6070	0.990		
20	-0.050	-0.014	7.8209	0.993		

المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

- من خلال منحنى دالة الارتباط الذاتي والجزئي للبواقي الممثل في الشكل أعلاه نلاحظ ان كل الحدود تقع داخل مجال الثقة 0.05 وهذا مؤشر على غياب الارتباط الذاتي للبواقي وبالتالي قبول فرضية المعدومة التي تنص على عدم وجود مشكلة في تباين بواقي التقدير .

❖ اختبار ARCH لدراسة مشكلة عدم تجانس الأخطاء:

الجدول رقم (23) : مخرجات اختبار ARCH على برنامج EViews

Heteroskedasticity Test: ARCH

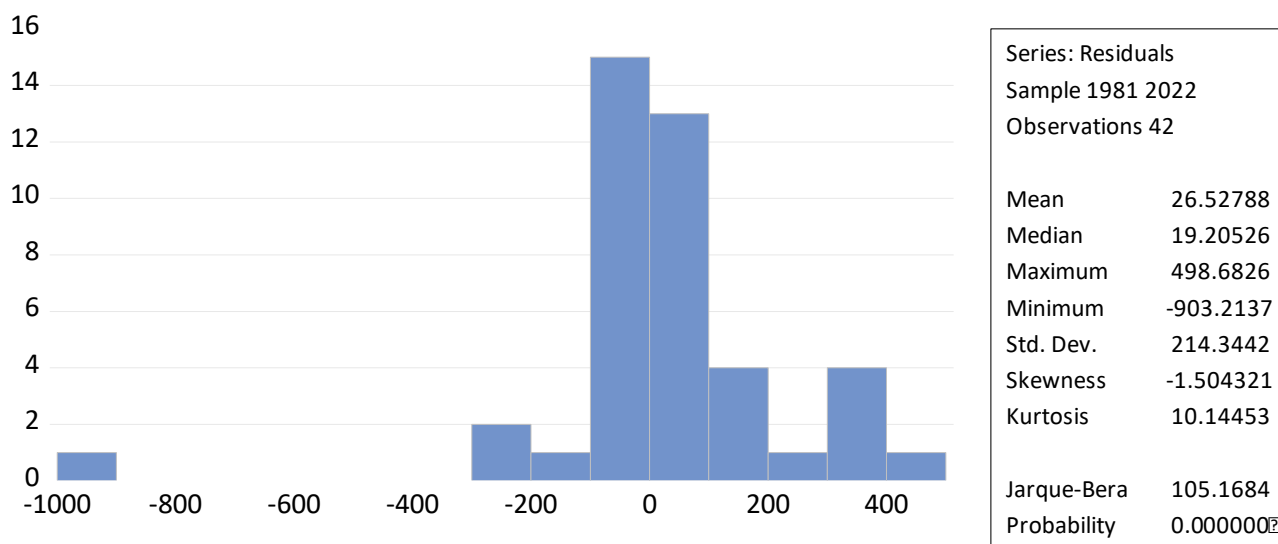
F-statistic	1.096997	Prob. F(1,39)	0.3014
Obs*R-squared	1.121702	Prob. Chi-Square(1)	0.2896

المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

- بما ان  $F\text{-statistic}=1.09$  و  $\text{prob } F=0.30$  فان النتائج المتحصل عليها تبين وجود ثبات تجانس الأخطاء أي عدم وجود مشكلة.

❖ اختبار إحصائية JARQUE-BERRA لدراسة التوزيع الطبيعي للأخطاء :

الشكل رقم (36) : منحنى اختبار التوزيع الطبيعي للأخطاء Jarque-Berra على سلسلة  $DINV_t$

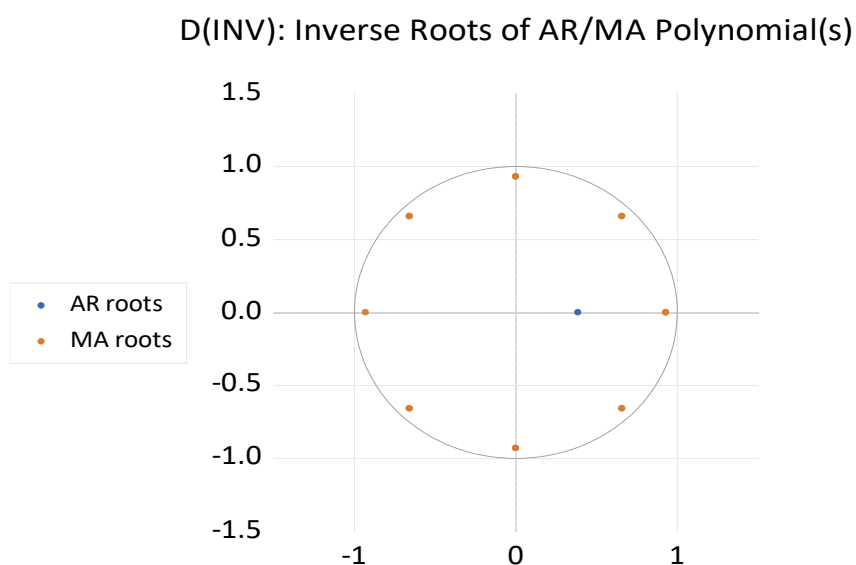


المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

- تبين النتائج ان الأخطاء لا تتبع توزيعا طبيعيا لأن إحصائية J-B تقدر ب 105.16 وهي اكبر من القيمة الجدولة التي تساوي 5,99 كما ان الاحتمال يساوي 0.00 وهو اصغر من مستوى المعنوية 5%.

❖ اختبار مقلوب جذر الوحدة:

الشكل رقم (37) : منحني اختبار مقلوب جذر الوحدة على سلسلة  $DINV_t$



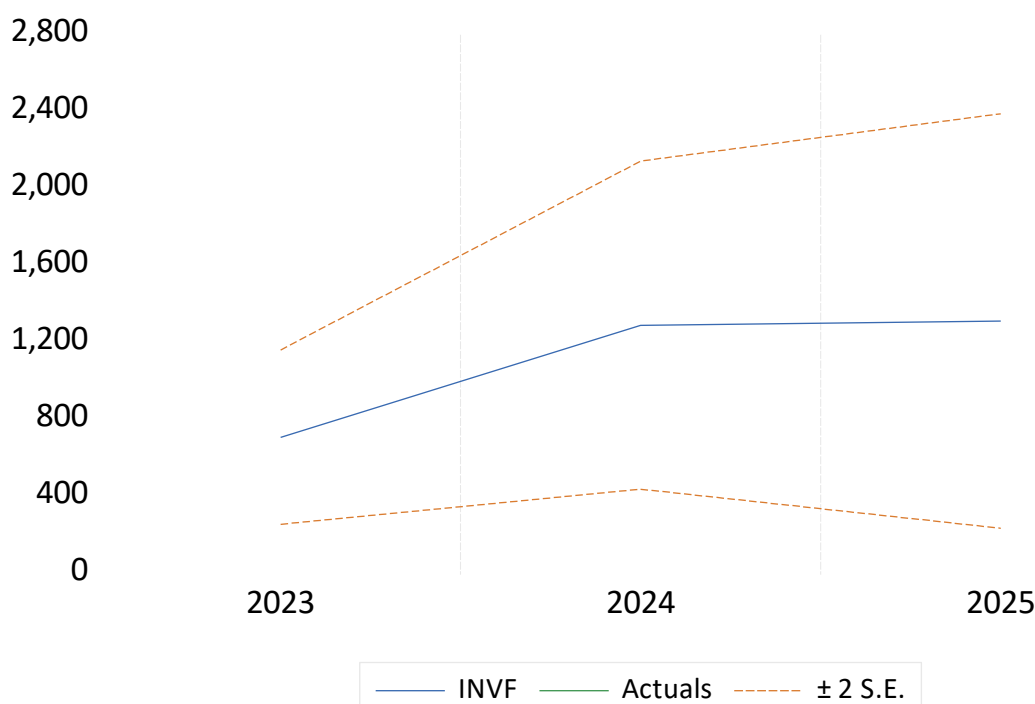
المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

- نلاحظ من خلال الشكل البياني أعلاه ان النقاط تقع داخل الدائرة أي داخل حدود دائرة الهدف وقيمها اقل او تساوي الواحد وبالتالي شرط الاستقرارية لاختبار مقلوب جذر الوحدة محقق وبالتالي فانه يمكننا القول ان النموذج مستقر.

بعد اختيار أفضل نموذج والتأكد من استقراريته ككل ننتقل الى مرحلة التنبؤ

❖ التنبؤ :

الشكل رقم (38): التمثيل البياني لسلسلة التطور السنوي للمبالغ المستثمرة المتنبؤ بها من 2023 الى 2025



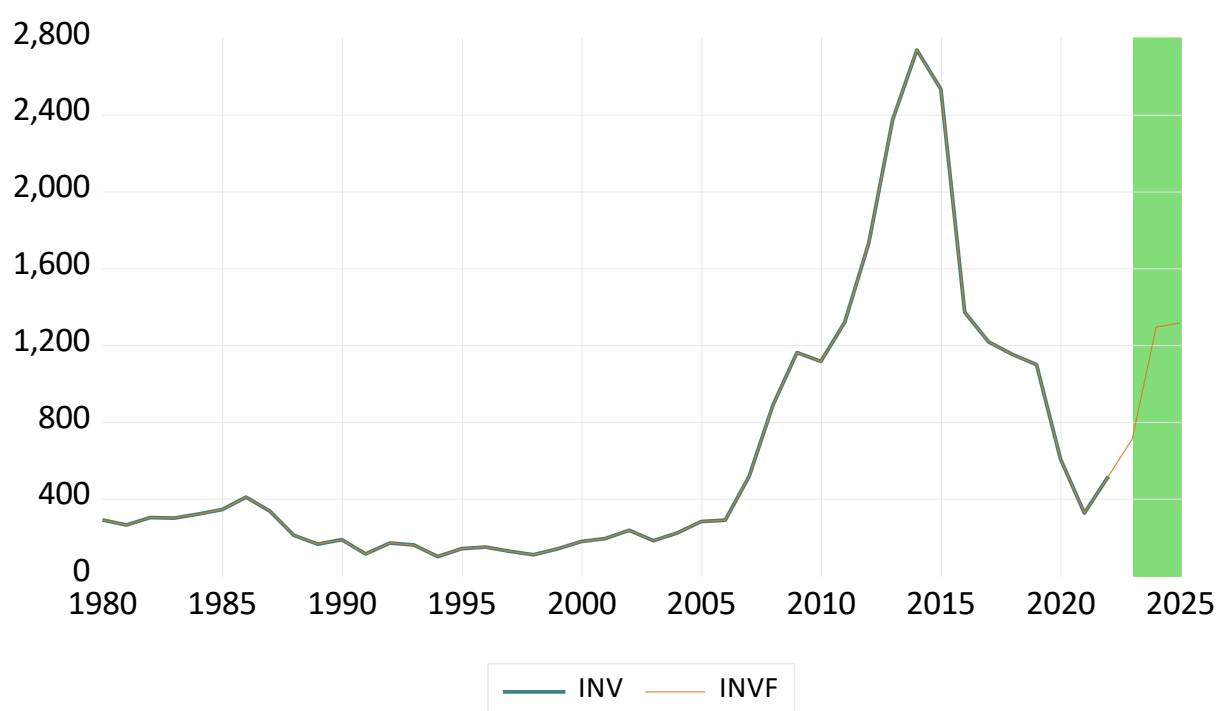
المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

الجدول رقم (24): نتائج التنبؤ بالسنوات الثلاثة المقبلة باستعمال نموذج Box-Jenkins

السنوات	2023	2024	2025
التنبؤ	710.498	1292.604	1313.946

المصدر : من إعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات برنامج EViews

الشكل رقم (39) : منحنى مقارنة للسلسلة المتنبئ بها مع السلسلة الاصلية  $INV_t$



المصدر: من إعداد الطالبتين بالاعتماد على برنامج EViews.

مقارنة تفضيلية بين نتائج التنبؤ لطريقة كل من Holt-Winters و Box-Jenkins  
جدول رقم (25) : جدول مقارنة لطريقتي التنبؤ المطبقة على كل سلسلة

السلسلة	طريقة التنبؤ	$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \varepsilon_t^2}$
MFt	Holt-Winters	15,85404
	Box-Jenkins	14,81236
VDt	Holt-Winters	85,61071
	Box-Jenkins	86,72821
PRXt	Holt-Winters	13,5259
	Box-Jenkins	14,4405
INVt	Holt-Winters	249,442
	Box-Jenkins	215,552

المصدر: من اعداد الطالبتين بالاعتماد على مخرجات EViews

- **ملاحظة (1) :**
- تعتبر طريقة تنبؤ ما اكثر ملائمة من الطرق التنبؤية الأخرى ( أي ان نتائجها موثوقة اكثر ) اذا كانت قيمة معيار RMSE الخاص بها اصغر بالمقارنة مع المعايير الأخرى المستعملة.
- **النتائج :**
- ✓ بالنسبة لكل من سلسلة الأمتار المحفورة  $MF_t$  حجم الاكتشافات النفطية  $VD_t$  و سلسلة المبالغ المستثمرة  $INV_t$  نستنتج أن طريقة بوكس جينكينز تقدم توقعات أفضل حيث تعطي أصغر قيمة لمعيار RMSE.
- ✓ اما بالنسبة لسلسلة أسعار البترول  $PRX_t$ ، يمكننا الاستنتاج أن طريقة التمهيد الآسي لهولت-وينترز تقدم توقعات أفضل حيث اعطى أصغر قيمة لمعيار RMSE.
- ✓ نتوصل أيضاً إلى استنتاج آخر و أخير ، والذي يمكن ان يكون أقل موضوعية، ولكنه ذو أهمية كبيرة و الذي توصلنا فيه الى أن كل طريقة مستخدمة في هذا البحث أكثر ملائمة لإحدى السلاسل مقارنة بغيرها . وهذا ينطبق على كل الدراسات التنبؤية و منه نرى انه من الضروري و المهم اللجوء إلى طرق متعددة لدراسة السلاسل الزمنية و التنبؤ بها.

خاتمة عامة

- تواجه شركات إنتاج الهيدروكربونات، وعلى وجه الخصوص تلك الدول التي تعتمد بشكل كبير على صادرات الموارد النفطية، تحديات كبيرة في مجال التنبؤ القصير المدى لإدارة إنتاجها وتطوير عمليات الاستكشاف الخاص بها .

و هدف هذه الدراسة هو تحسين عملية التنبؤ القصير المدى لقسم الاستكشاف البترولي لشركة سونطراك في الجزائر، من خلال تحليل سلاسل الزمنية وتطوير نماذج تنبؤية دقيقة وموثوقة.

حيث تبنت هذه الدراسة منهجية استقرائية ورياضية، اين تم تحليل و استخدام البيانات المتاحة في نمذجة و دراسة السلاسل بصورة فردية باستخدام مناهج ذات متغير واحد، و المتمثلة في كل من : نموذج التمهيد الأسي لهولت-وينترز الذي يسمح بتعويض ضعف عدد الملاحظات، والمنهجية المعروفة باسم بوكس وجينكز في تنبؤ السلاسل الزمنية .

و أظهرت النتائج أن الأداء التنبؤي لكلا المنهجين يمكن أن يكون مفيداً لتحسين القدرة على التنبؤ قصير المدى.

ويجدر بالذكر ان هناك عدة طرق للتعامل مع السلاسل الزمنية. ومع ذلك، عدد الملاحظات المتاحة هو من يحدد بصفة كبيرة الطريقة الأنسب لدراسة السلسلة. ففي حالتنا السلسلة السنوية تمت ملاحظتها على مدار 42 عاماً من مجموعة بيانات و التي تعتبر عينة محدودة نسبياً، ومع ذلك، وقنا في تطبيق جل المراحل و القيام بالتنبؤ قصير المدى لكل سلسلة لكي نتوصل في الأخير الى انسب طريقة للتنبؤ أي الطريقة الأكثر نجاعة و الأكثر موثوقية

توصلت الدراسة إلى أنه يمكن استخدام أكثر من منهجية للتنبؤ قصير المدى، مما يشير إلى أهمية مراعاة العوامل المختلفة التي تؤثر في الاستكشاف البترولي.

تؤكد هذه الدراسة على أهمية تحسين الأداء التنبؤي لقسم الاستكشاف البترولي لشركة سونطراك، وتشجع على استخدام المنهجيات المناسبة لتحسين الدقة والمصدقية في التوقعات المستقبلية.

في النهاية، سمحت لنا هذه الدراسة ليس فقط بالتعامل مع البرامج المستخدمة، بل أيضاً بتبني العديد من المفاهيم وأساليب التحليل الإحصائي التي هي مجال واسع جداً. نشدد على أن النتائج التي تم الحصول عليها يمكن تحسينها عن طريق دراسة سلاسل زمنية أطول (تحتوي على مزيد من البيانات). بالإضافة إلى ذلك، تطمح هذه الدراسة إلى أن تكون مساهمة فاعلة في تحسين أداء قسم الاستكشاف البترولي في شركة سونطراك وتعزيز قدرتها على تحقيق أهدافها المستقبلية في مجال استكشاف واستغلال الثروات الهيدروكربونية.

## 1 – اختبار الفرضيات: وكنا قدمنا ثلاث فرضيات في مقدمة البحث:

- **الفرضية الأولى:** المنهجية الأكثر دقة والاصح للتنبؤ في المدى القصير هي منهجية هولت وينترز
- **الفرضية الثانية:** حجم العينة ليس مهم في عملية التنبؤ الأهم هو الطريقة المستعملة
- **الفرضية الثالثة:** يتم تحديد ادق طريقة للتنبؤ من خلال مقارنة قيم معيار جذر مربع متوسط الخطأ (Root Mean Squar Error ; RMSE) فكلما كانت قيمة هذا المعيار اكبر قيمة كلما كانت الطريقة ادق

## 2 - نتائج الدراسة: توصلنا من خلال بحثنا الى بعض النتائج والتي نعرضها فيما يلي:

- لا يمكن القول بأن المنهجية الأكثر دقة والأصح للتنبؤ في المدى القصير هي منهجية هولت وينتر بشكل عام، لأن الدقة والاصح للتنبؤ تعتمد على عدة عوامل وليست مقتصرة على المنهجية الواحدة. ومع ذلك، يجب الانتباه إلى أن الدقة والاصح للتنبؤ تعتمد على طبيعة البيانات والتغيرات التي تحدث فيها، بالإضافة إلى السياق الذي تُستخدم فيه هذه المنهجية ونطاق التوقع. هناك العديد من المنهجيات التنبؤية المختلفة التي يمكن استخدامها للتنبؤ في المدى القصير. لذلك، من المهم أن يقوم الباحث أو المحلل بمقارنة أداء مختلف المنهجيات التنبؤية باستخدام معايير دقة مثل RMSE وغيرها، واختيار المنهجية التي تعطي أفضل أداء في التنبؤات المطلوبة بناءً على سياق الدراسة وخصائص البيانات.
- في عملية التنبؤ، يعتبر حجم العينة من العوامل المهمة للنظر في دقة وموثوقية التوقعات. حيث إن حجم العينة يشير إلى عدد البيانات المتاحة لإجراء التحليل والتنبؤ. بشكل عام، يمكن القول أن زيادة حجم العينة يمكن أن تساهم في تحسين دقة التوقعات، بشرط استخدام الطريقة المناسبة لتحليل البيانات وتنبؤ النتائج. فالطريقة المستخدمة هي أيضاً عامل مهم في عملية التنبؤ. هناك العديد من الطرق والمنهجيات المختلفة لتنبؤ البيانات وتحليلها، وتتأثر دقة التوقعات بالطريقة المستخدمة. من المهم اختيار الطريقة المناسبة والملائمة لنوع البيانات وطبيعتها. بالتالي، يمكن القول إن حجم العينة والطريقة المستخدمة هما عاملان مهمان ومرتبطان في عملية التنبؤ. لا يمكن إهمال أحدهما على حساب الآخر. حجم العينة يؤثر على مدى التمثيلية والاستدلالية للتحليل، في حين أن الطريقة المستخدمة تحدد النهج الذي سيتم اتباعه في تحليل البيانات وتنبؤ النتائج. لذلك، ينبغي النظر في كلتا الفرضيتين بعناية للحصول على توقعات دقيقة وموثوقة في عملية التنبؤ.
- تعتبر طريقة تنبؤ ما أكثر ملائمة من الطرق الأخرى ( أي ان نتائجها موثوقة اكثر ) اذا كانت قيمة معيار مربع متوسط الخطأ RMSE الخاص بها اصغر بالمقارنة مع المعايير الأخرى المستعملة.

## 3 - توصيات الدراسة: من خلال نتائج دراستنا تمكنا من الخروج ببعض التوصيات كما يلي:

بناءً على الدراسة التي ناقشناها حول التنبؤ قصير المدى لقسم الاستكشاف البترولي لشركة سونطراك، يمكن اقتراح التوصيات التالية:

1. تحسين جودة البيانات: ينبغي أولاً تحسين جودة البيانات المستخدمة في عملية التنبؤ. يجب التحقق من دقة واكتمال البيانات والتأكد من أنها تمثل بشكل دقيق الظروف والتحديات التي تواجه قسم الاستكشاف.
2. توسيع نطاق الدراسة: من المهم توسيع نطاق الدراسة لتشمل فترات زمنية أكثر تنوعاً وتحليل تأثير العوامل الخارجية والظروف الاقتصادية والجيوسياسية على أداء عملية التنبؤ.
3. استخدام منهجيات أخرى للتنبؤ: يُفضل استكشاف منهجيات أخرى للتنبؤ قصير المدى إلى جانب المنهجيات المستخدمة في الدراسة، مثل النماذج الاحتمالية وتقنيات الذكاء الاصطناعي.
4. اقتراح النتائج والتوصيات على شركة سونطراك: ينبغي تقديم نتائج الدراسة والتوصيات النهائية لشركة سونطراك لمساعدتهم في تحسين عمليات التنبؤ واتخاذ القرارات الاستراتيجية. من خلال تنفيذ هذه التوصيات، يمكن تحسين جودة عملية التنبؤ قصير المدى وتعزيز فعالية قسم الاستكشاف البترولي لشركة سونطراك، وبالتالي تحقيق أداء متميز واستراتيجيات مستدامة للمستقبل.

## 4 - آفاق الدراسة:

تعتبر هذه الدراسة في مجال تنبؤ قصير المدى لقسم الاستكشاف البترولي لشركة سونطراك في الجزائر خطوة هامة نحو تحسين أداء وكفاءة هذا القسم الحيوي في الشركة. ومن خلال نتائج الدراسة والتوصيات الناتجة عنها، تتضح العديد من الافاق الممكنة والتي يمكن أن تستفيد منها شركة سونطراك والقطاع البترولي بشكل عام:

**1. تحسين استراتيجيات التنبؤ:** يمكن استخدام نتائج الدراسة لتحسين استراتيجيات التنبؤ قصير المدى لقسم الاستكشاف البترولي، وبالتالي تعزيز القدرة على التكهن بمستقبل الاكتشافات والجهود الاستكشافية بدقة أكبر.

**2. تحسين عملية التخطيط:** تساعد نتائج الدراسة في تحسين عملية التخطيط واتخاذ القرارات الاستراتيجية المتعلقة بالاستكشاف البترولي، مما يساهم في تحقيق أهداف الشركة وتطوير القطاع البترولي.

**3. تحسين الاستفادة من البيانات:** يمكن استخدام نتائج الدراسة لتحسين استفادة الشركة من البيانات السابقة والحالية، وبالتالي تحسين دقة التوقعات وتحسين عملية اتخاذ القرارات.

**4. توجيه الاستثمارات:** يمكن استخدام نتائج الدراسة في توجيه الاستثمارات في قسم الاستكشاف البترولي وتحديد الأولويات والمجالات التي تستدعي تخصيص المزيد من الموارد والجهود.

باختصار، توفر هذه الدراسة فرصًا عديدة لتحسين أداء قسم الاستكشاف البترولي وتحقيق أهداف الشركة بفعالية أكبر. كما تساهم في تعزيز القطاع البترولي في الجزائر ودعم التنمية الاقتصادية والاجتماعية للبلد. من المتوقع أن تكون هذه الدراسة دافعًا لاستكشاف المزيد من فرص التعاون والابتكار في قطاع النفط والغاز في الجزائر.

## قائمة المراجع

- قائمة المراجع العربية:

1. عاشور بدار، " آليات المفاضلة بين النماذج في التنبؤ بحجم المبيعات (الاختيار بين نموذج الاتحدار والنموذج السلاسل الزمنية في التنبؤ) دراسة حالة مؤسسة ملبنة الحضنة بالمسيلة،مجلة العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، المسيلة، العدد 13، سنة2013.
2. بوقروج نسيم،دراسة تنبؤية للمبيعات ،دراسة حالة الشركة الوطنية لتأمين ، مذكرة تخرج لنيل الماستر الاكاديمي تخصص علوم اقتصادية فرع تقنيات كمية مطبقة،جامعة عبد الحميد بن باديس،مستغانم،دفعة 2012/2013.
3. عبد القادر محمد عبد القادر بن عطية،الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق ،الدار الجامعية،مصر 2000.
4. سميحة جلاب دراسة تحليلية تنبؤية لمبيعات الشريكة الوطنية لخدمات الآبار شهادة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة مهندس دولة الجزائر 2011 .
5. برناردو تايلور الثالث، ترجمة سرور على إبراهيم سرور، مقدمة في علم الإدارة الكتاب الثاني، دار المريخ للنشر، المملكة العربية السعودية، 2007.
6. خليفة دلهوم، أساليب التنبؤ بالمبيعات، مذكرة ماجستير في العلوم التجارية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة الحاج لخضر باتنة 2008/2009.
7. تركي هاجر . مذكرة تخرج لنيل شهادة مهندس دولة في الإحصاء الجزائر . 2011.
8. الاء عبدالستار حمودات مقارنة بين نموذج التمهيد الاسي والنموذج اثر التداخل على الاسعار العالمية للتسعير مجلة تكريت للعلوم الصرفة 2013.
9. حضري خولة ،استخدام السلاسل الزمنية من خلال منهجية بوكس جينكيز في اتخاذ القرار الانتاجي "دراسة مطاحن رياض سطيف-وحدة تقرت-( 2013-2008) أطروحة ماجستير،جامعة محمد خيضر بسكرة،كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير 2013-2014.
10. شيخي محمد طرق الاقتصاد القياسي محاضرات وتطبيقات الطبعة 1 دار الحامد 2011.
11. مولود حشمان السلاسل الزمنية وتقنيات التنبؤ القصيرة المدى طبعة الثالثة 3 ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر سنة 2010.
12. حسن ياسين طعمة أساليب الإحصاء التطبيقي دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الطبعة الأولى سنة 2009.
13. معتوق أمحمد الإحصاء الرياضي والنماذج الإحصائية ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر.
14. جيلالي جلاطو الإحصاء مع تمارين ومسائل محلولة ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر الطبعة السابعة سنة. 2007
15. سمير مصطفى شعراوي: مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية، مركز النشر العلمي، المملكة العربية السعودية، ط1.
16. د.عدنان ماجد عبد الرحمن بري طرق التنبؤ الاحصائي جامعة الملك سعود 2002.
17. صالح تومي، مدخل لنظرية القياس الاقتصادي،الجزء 1،ديوان المطبوعات الجامعية ،الجزائر 1999.
18. ليندة تدرانت استخدام طريقة بوكس جينكيز لتنبؤ بمبيعات مؤسسة دراسة حالة مؤسسة مطاحن سيدي ارغيس بام بواقي مذكرة مكملة ضمن متطلبات شهادة الماستر الاكاديمي تخصص علوم اقتصادية فرع اقتصاد قياسي دفعة 2014-2015 .

19. مروان درويش، "استخدام منهجية بوكس جينكينز للتنبؤ بالتدفقات النقدية في البنوك الفلسطينية دراسة حالة بنك فلسطين"، مجلة جامعة القدس المفتوحة للبحوث الادارية والاقتصادية، المجلد الثالث، 2018.
20. حمد بن عبد الله الغنام، تحليل السلسلة الزمنية لمؤشر أسعار الاسهم في المملكة العربية السعودية: باستخدام منهجية بوكس - جينكينز، مجلة جامعة الملك عبد العزيز، الاقتصاد و الادارة العدد 2 . 2003 .
21. بن محسن زوليخة، دراسة تنبؤية قصيرة المدى باستخدام منهجية بوكس جنكينز دراسة حالة المديرية الجهوية للخطوط الجوية بورقلة (2010-2015) مذكرة ماستر اكاديمي كلية علوم الاقتصادية والتجارية جامعة ورقلة 2015-2016.
22. طرشاني سهام استخدام منهجية بوكس جينكينز للتنبؤ بمعدلات التضخم في الجزائر خلال فترة 1970-2016 جامعة حسيبة بن بوعلي مجلة الابداع المجلد 9 العدد 1 2019 .
23. بلقاسم مصطفى بن عاتق عمر، التنبؤ بالمبيعات وفعالية شبكات الإمداد محاولة للنمذجة - ، ورقة مقدمة إلى الملتقى الدولي: الأساليب الكمية ودورها في اتخاذ القرارات الإدارية، جامعة سكيكدة الجزائر ، يومي 27 جانفي 2009.
24. طويطي مصطفى الجودة والتخطيط الإجمالي للإنتاج في المؤسسات المصرفية باستخدام النماذج الرياضية والإحصائية حالة القرض الشعبي الجزائري - مذكرة ماجستير (غير منشورة) في العلوم الاقتصادية تخصص بحوث العمليات وتسيير المؤسسات كلية العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، جامعة أبو بكر بلقايد بتلمسان، 2009/2010.
25. سرحان فاتح تحليل ونمذجة كمية توزيع المياه الصالحة للشرب بالمؤسسة العمومية الجزائرية للمياه حالة وحدة التوزيع بالجزائر العاصمة (مذكرة غير منشورة)، المعهد الوطني للتخطيط والإحصاء INPS، 2016.
26. خلود جمال عوض الله استخدام نماذج sarima, holt-winters في التنبؤ بالسلاسل الزمنية الموسمية ، مذكرة ماجستير جامعة الأزهر (غزة) كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية ، قسم الإحصاء التطبيقي.
27. صفاء يونس الصفاوي، "مقارنة" بين طريقتي التنقية المكيفة و هولت و بينترز المضاعفة للتنبؤ المستقبلي بقيم السلسلة الزمنية الموسمية تنمية الراقدين، العدد 99، 2010.
28. لحضر ناجي اهم حقول النفط في الجزائر واسماؤها 2022 من موقع الجزائر اليوم.
29. قارة علي صافية، تلمسات هجيرة، جعيط سعاد، كيفية اتخاذ القرار في مشروع استثماري، دراسة حالة شركة سوناطراك، مذكرة تخرج تدرج ضمن متطلبات نيل شهادة ليسانس في العلوم التجارية، 2002، 2003.

- قائمة المراجع الاجنبية :

1. SONATRACH : IAP.
2. SONATRACH : SONATRACH an Integrated Oil and Gas Company , BAOSEM , Alger , 2013.
3. Taylor, J. W. (2003). "Exponential Smoothing with a Damped Multiplicative Trend", International Journal of Forecasting, Vol. 19.

4. Holt, C.C. (1957). "Forecasting trends and seasonals by exponentially weighted averages, Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh ONR memorandum.
5. L.Chaumont, Statistique descriptive et prévision, 2010 /2011, article publier sur le site: [www.math.univ-angers.fr](http://www.math.univ-angers.fr) publier [consulter le : 10/03/2013].
6. Michoud J-C ;david M ;la prevision empirique d'une methode statistique paris ;1989 .
7. Wei;w.w;"time series analysis:univariate and multivariate methods"NewYork: addisson-wesley 1989.
8. BOX ,G ;Jenkins ,g ; «time siries analysis :forecasting and control” san Francisco:holden-day;1970.
9. : rasha M.EP-souda”time series identification” unpublished master’s thesis,faculty of economics and political sciences ,cairo university 2000.
10. James, D. H., "Time Series Analysis", Princeton University Press, 1994.
11. Abraham, B. and Ledolter J., "Statistical methods for forecasting", John Wiley & Sons, 2005 .
12. Hyams, D., and Wood, F. S., Fitting Equations to Data, John Wiley & Sons, New York. Library Of Congress, 1980.
13. Backam ;R.H;"Applied statistical time series analysis";englewood cliffs ;NJ:prentice Hall;1988
14. Emalinaud: method statistique de 1 econometrie,dunod ,paris,1981.
15. Regis bourbonnais ; Econometrie ed dunod 4eme ,paris,2002.
16. G;P Nason :Stationary and non-stationary time series.

## قائمة الملاحق

ملحق رقم 1: نتائج اختبارات الاستقرار ADF

1- سلسلة MFT

Null Hypothesis: MFT has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Lag Length: 9 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.885395	0.0021
Test critical values:		
1% level	-4.262735	
5% level	-3.552973	
10% level	-3.209642	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(MFT)  
Method: Least Squares  
Date: 07/30/23 Time: 12:12  
Sample (adjusted): 1990 2022  
Included observations: 33 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MFT(-1)	-0.799980	0.163749	-4.885395	0.0001
D(MFT(-1))	0.572745	0.161445	3.547608	0.0019
D(MFT(-2))	0.399089	0.170320	2.343167	0.0290
D(MFT(-3))	0.562899	0.194500	2.894082	0.0087
D(MFT(-4))	1.094843	0.228486	4.791721	0.0001
D(MFT(-5))	0.682538	0.285486	2.390792	0.0263
D(MFT(-6))	1.410795	0.304415	4.634440	0.0001
D(MFT(-7))	0.628224	0.306457	2.049959	0.0531
D(MFT(-8))	0.989064	0.284259	3.479451	0.0022
D(MFT(-9))	1.170040	0.286003	4.091012	0.0005
C	18.07971	9.055152	1.996621	0.0590
@TREND("1980")	0.283670	0.442235	0.641447	0.5282

R-squared 0.697917 Mean dependent var 0.696970  
Adjusted R-squared 0.539683 S.D. dependent var 17.51648

Null Hypothesis: MFT has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Lag Length: 9 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.885395	0.0021
Test critical values:		
1% level	-4.262735	
5% level	-3.552973	
10% level	-3.209642	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(MFT)  
Method: Least Squares  
Date: 07/30/23 Time: 12:12  
Sample (adjusted): 1990 2022  
Included observations: 33 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MFT(-1)	-0.799980	0.163749	-4.885395	0.0001
D(MFT(-1))	0.572745	0.161445	3.547608	0.0019
D(MFT(-2))	0.399089	0.170320	2.343167	0.0290
D(MFT(-3))	0.562899	0.194500	2.894082	0.0087
D(MFT(-4))	1.094843	0.228486	4.791721	0.0001
D(MFT(-5))	0.682538	0.285486	2.390792	0.0263
D(MFT(-6))	1.410795	0.304415	4.634440	0.0001
D(MFT(-7))	0.628224	0.306457	2.049959	0.0531
D(MFT(-8))	0.989064	0.284259	3.479451	0.0022
D(MFT(-9))	1.170040	0.286003	4.091012	0.0005
C	18.07971	9.055152	1.996621	0.0590
@TREND("1980")	0.283670	0.442235	0.641447	0.5282

R-squared 0.697917 Mean dependent var 0.696970  
Adjusted R-squared 0.539683 S.D. dependent var 17.51648  
S.E. of regression 11.88435 Akaike info criterion 8.063610

Null Hypothesis: MFT has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.724506	0.3968
Test critical values:		
1% level	-2.621185	
5% level	-1.948886	
10% level	-1.611932	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(MFT)  
Method: Least Squares  
Date: 07/30/23 Time: 12:50  
Sample (adjusted): 1981 2022  
Included observations: 42 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MFT(-1)	-0.027003	0.037271	-0.724506	0.4729

R-squared 0.012501 Mean dependent var 0.190476

Null Hypothesis: D(MFT) has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.513970	0.0003
Test critical values:		
1% level	-4.198503	
5% level	-3.523623	
10% level	-3.192902	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(MFT,2)  
Method: Least Squares  
Date: 07/30/23 Time: 12:52  
Sample (adjusted): 1982 2022  
Included observations: 41 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(MFT(-1))	-0.890476	0.161495	-5.513970	0.0000
C	1.675018	5.520811	0.303401	0.7632
@TREND("1980")	-0.064185	0.221083	-0.290320	0.7731

R-squared 0.444491 Mean dependent var 0.219512  
Adjusted R-squared 0.415254 S.D. dependent var 21.86408

Null Hypothesis: D(MFT) has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.572300	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.600987	
5% level	-2.935001	
10% level	-2.605836	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(MFT,2)  
Method: Least Squares  
Date: 07/30/23 Time: 12:56  
Sample (adjusted): 1982 2022  
Included observations: 41 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
----------	-------------	------------	-------------	-------

Null Hypothesis: D(MFT) has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.642252	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.622585	
5% level	-1.949097	
10% level	-1.611824	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(MFT,2)  
Method: Least Squares  
Date: 07/30/23 Time: 12:56  
Sample (adjusted): 1982 2022  
Included observations: 41 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
----------	-------------	------------	-------------	-------

VDt سلسلة-2

Null Hypothesis: VDT has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
<b>Augmented Dickey-Fuller test statistic</b>	-3.829683	0.0246
Test critical values:		
1% level	-4.192337	
5% level	-3.520787	
10% level	-3.191277	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(VDT)  
Method: Least Squares  
Date: 07/30/23 Time: 21:45  
Sample (adjusted): 1981 2022  
Included observations: 42 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VDT(-1)	-0.558995	0.145964	-3.829683	0.0005
C	9.989425	27.24495	0.366652	0.7159
@TREND("1980")	2.256064	1.278929	1.764026	0.0856

R-squared	0.273842	Mean dependent var	1.071429
Adjusted R-squared	0.236603	S.D. dependent var	99.16619
S.E. of regression	86.64405	Akaike info criterion	11.83024
Sum squared resid	292780.4	Schwarz criterion	11.95436
Log likelihood	-245.4351	Hannan-Quinn criter.	11.87574
F-statistic	7.353671	Durbin-Watson stat	2.051510
Prob(F-statistic)	0.001950		

Null Hypothesis: VDT has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
<b>Augmented Dickey-Fuller test statistic</b>	-3.318745	0.0202
Test critical values:		
1% level	-3.596616	
5% level	-2.933158	
10% level	-2.604867	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(VDT)  
Method: Least Squares  
Date: 07/30/23 Time: 21:49  
Sample (adjusted): 1981 2022  
Included observations: 42 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VDT(-1)	-0.428670	0.129166	-3.318745	0.0019
C	45.10702	19.08505	2.363474	0.0231

R-squared	0.215903	Mean dependent var	1.071429
Adjusted R-squared	0.196300	S.D. dependent var	99.16619
S.E. of regression	88.90180	Akaike info criterion	11.85939
Sum squared resid	316141.2	Schwarz criterion	11.94214
Log likelihood	-247.0472	Hannan-Quinn criter.	11.88972
F-statistic	11.01407	Durbin-Watson stat	2.178953
Prob(F-statistic)	0.001935		

Null Hypothesis: PRX has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
<b>Augmented Dickey-Fuller test statistic</b>	-2.209858	0.4717
Test critical values:		
1% level	-4.198503	
5% level	-3.523623	
10% level	-3.192902	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(PRX)  
Method: Least Squares  
Date: 08/01/23 Time: 22:53  
Sample (adjusted): 1981 2021  
Included observations: 41 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PRX(-1)	-0.213288	0.096517	-2.209858	0.0332
C	1.572134	4.421279	0.355583	0.7241
@TREND("1980")	0.393486	0.238730	1.648245	0.1075

R-squared	0.115265	Mean dependent var	0.640488
Adjusted R-squared	0.068700	S.D. dependent var	14.12212
S.E. of regression	13.62839	Akaike info criterion	8.132543
Sum squared resid	7057.858	Schwarz criterion	8.257927
Log likelihood	-163.7171	Hannan-Quinn criter.	8.178201
F-statistic	2.475351	Durbin-Watson stat	1.727311
Prob(F-statistic)	0.097601		

Null Hypothesis: PRX has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
<b>Augmented Dickey-Fuller test statistic</b>	-1.462805	0.5421
Test critical values:		
1% level	-3.600987	
5% level	-2.935001	
10% level	-2.605836	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(PRX)  
Method: Least Squares  
Date: 08/01/23 Time: 22:55  
Sample (adjusted): 1981 2021  
Included observations: 41 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PRX(-1)	-0.108699	0.074308	-1.462805	0.1515
C	5.326488	3.871882	1.375685	0.1768

R-squared	0.052013	Mean dependent var	0.640488
Adjusted R-squared	0.027706	S.D. dependent var	14.12212
S.E. of regression	13.92511	Akaike info criterion	8.152815
Sum squared resid	7562.441	Schwarz criterion	8.236404
Log likelihood	-165.1327	Hannan-Quinn criter.	8.183254
F-statistic	2.139800	Durbin-Watson stat	1.780761

Null Hypothesis: PRX has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.571611	0.4635
Test critical values:		
1% level	-2.622585	
5% level	-1.949097	
10% level	-1.611824	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(PRX)  
Method: Least Squares  
Date: 08/01/23 Time: 22:55  
Sample (adjusted): 1981 2021  
Included observations: 41 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PRX(-1)	-0.024122	0.042200	-0.571611	0.5708

R-squared	0.006011	Mean dependent var	0.640488
Adjusted R-squared	0.006011	S.D. dependent var	14.12212
S.E. of regression	14.07961	Akaike info criterion	8.151420
Sum squared resid	7929.415	Schwarz criterion	8.193214

Null Hypothesis: D(PRX) has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.771188	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.605593	
5% level	-2.936942	
10% level	-2.606857	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(PRX,2)  
Method: Least Squares  
Date: 08/01/23 Time: 22:57  
Sample (adjusted): 1982 2021  
Included observations: 40 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PRX(-1))	-0.961274	0.166564	-5.771188	0.0000
C	0.673878	2.289039	0.294394	0.7701

R-squared	0.467090	Mean dependent var	0.546750
Adjusted R-squared	0.453066	S.D. dependent var	19.57473
S.E. of regression	14.47648	Akaike info criterion	8.231635
Sum squared resid	7963.606	Schwarz criterion	8.316079
Log likelihood	-162.6327	Hannan-Quinn criter.	8.262167
F-statistic	33.30661	Durbin-Watson stat	1.927449
Prob(F-statistic)	0.000001		

Null Hypothesis: INV has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Lag Length: 7 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.000838	0.9946
Test critical values:		
1% level	-4.243644	
5% level	-3.544284	
10% level	-3.204699	

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

Null Hypothesis: D(PRX) has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.691795	0.0002
Test critical values:		
1% level	-4.205004	
5% level	-3.526609	
10% level	-3.194611	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(PRX,2)  
Method: Least Squares  
Date: 08/01/23 Time: 22:56  
Sample (adjusted): 1982 2021  
Included observations: 40 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PRX(-1))	-0.960378	0.168730	-5.691795	0.0000
C	-0.302594	4.901963	-0.061729	0.9511
@TREND("1980")	0.045412	0.200868	0.226078	0.8224

R-squared	0.467825	Mean dependent var	0.546750
Adjusted R-squared	0.439059	S.D. dependent var	19.57473
S.E. of regression	14.66069	Akaike info criterion	8.280254
Sum squared resid	7952.621	Schwarz criterion	8.406920

Null Hypothesis: D(PRX) has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.837379	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.624057	
5% level	-1.949319	
10% level	-1.611711	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(PRX,2)  
Method: Least Squares  
Date: 08/01/23 Time: 22:58  
Sample (adjusted): 1982 2021  
Included observations: 40 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PRX(-1))	-0.960802	0.164595	-5.837379	0.0000

R-squared	0.465875	Mean dependent var	0.546750
Adjusted R-squared	0.465875	S.D. dependent var	19.57473
S.E. of regression	14.30597	Akaike info criterion	8.183913
Sum squared resid	7981.769	Schwarz criterion	8.226135
Log likelihood	-162.6783	Hannan-Quinn criter.	8.199179
Durbin-Watson stat	1.923702		

Null Hypothesis: INV has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.051878	0.2645
Test critical values:		
1% level	-3.600987	
5% level	-2.935001	
10% level	-2.605836	

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

Null Hypothesis: INV has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.376450	0.1541
Test critical values:		
1% level	-2.622585	
5% level	-1.949097	
10% level	-1.611824	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(INV)  
Method: Least Squares  
Date: 08/02/23 Time: 16:09  
Sample (adjusted): 1982 2022  
Included observations: 41 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
INV(-1)	-0.055700	0.040467	-1.376450	0.1765
D(INV(-1))	0.458250	0.143700	3.188927	0.0028

R-squared	0.220205	Mean dependent var	6.170732
Adjusted R-squared	0.200210	S.D. dependent var	267.3696
S.E. of regression	239.1112	Akaike info criterion	13.83929
Sum squared resid	2229793	Schwarz criterion	13.92287

Null Hypothesis: D(INV) has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.913598	0.0043
Test critical values:		
1% level	-3.600987	
5% level	-2.935001	
10% level	-2.605836	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(INV.2)  
Method: Least Squares  
Date: 08/02/23 Time: 18:25  
Sample (adjusted): 1982 2022  
Included observations: 41 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(INV(-1))	-0.569892	0.145618	-3.913598	0.0004
C	5.793076	38.22816	0.151539	0.8803

R-squared	0.281983	Mean dependent var	5.292683
Adjusted R-squared	0.263572	S.D. dependent var	285.2383
S.E. of regression	244.7783	Akaike info criterion	13.88613
Sum squared resid	2336740.	Schwarz criterion	13.96972
Log likelihood	-282.6657	Hannan-Quinn criter	13.91657

Null Hypothesis: D(INV) has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Lag Length: 6 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.322393	0.0006
Test critical values:		
1% level	-4.243644	
5% level	-3.544284	
10% level	-3.204699	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(INV.2)  
Method: Least Squares  
Date: 08/02/23 Time: 18:24  
Sample (adjusted): 1988 2022  
Included observations: 35 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(INV(-1))	-2.445326	0.459441	-5.322393	0.0000
D(INV(-1),2)	2.044367	0.457765	4.465979	0.0001
D(INV(-2),2)	1.827010	0.444747	4.107976	0.0004
D(INV(-3),2)	1.612947	0.445024	3.624407	0.0012
D(INV(-4),2)	1.628256	0.361587	4.503079	0.0001
D(INV(-5),2)	1.267933	0.289112	4.385613	0.0002
D(INV(-6),2)	1.797808	0.409924	4.385709	0.0002
C	-221.2213	106.7703	-2.071936	0.0483
@TREND("1980")	13.66911	4.692746	2.912818	0.0073

R-squared	0.682980	Mean dependent var	7.514286
Adjusted R-squared	0.585435	S.D. dependent var	308.0552
S.E. of regression	198.3467	Akaike info criterion	13.63494
Sum squared resid	1022876.	Schwarz criterion	14.03489

Null Hypothesis: D(INV) has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.961798	0.0002
Test critical values:		
1% level	-2.622585	
5% level	-1.949097	
10% level	-1.611824	

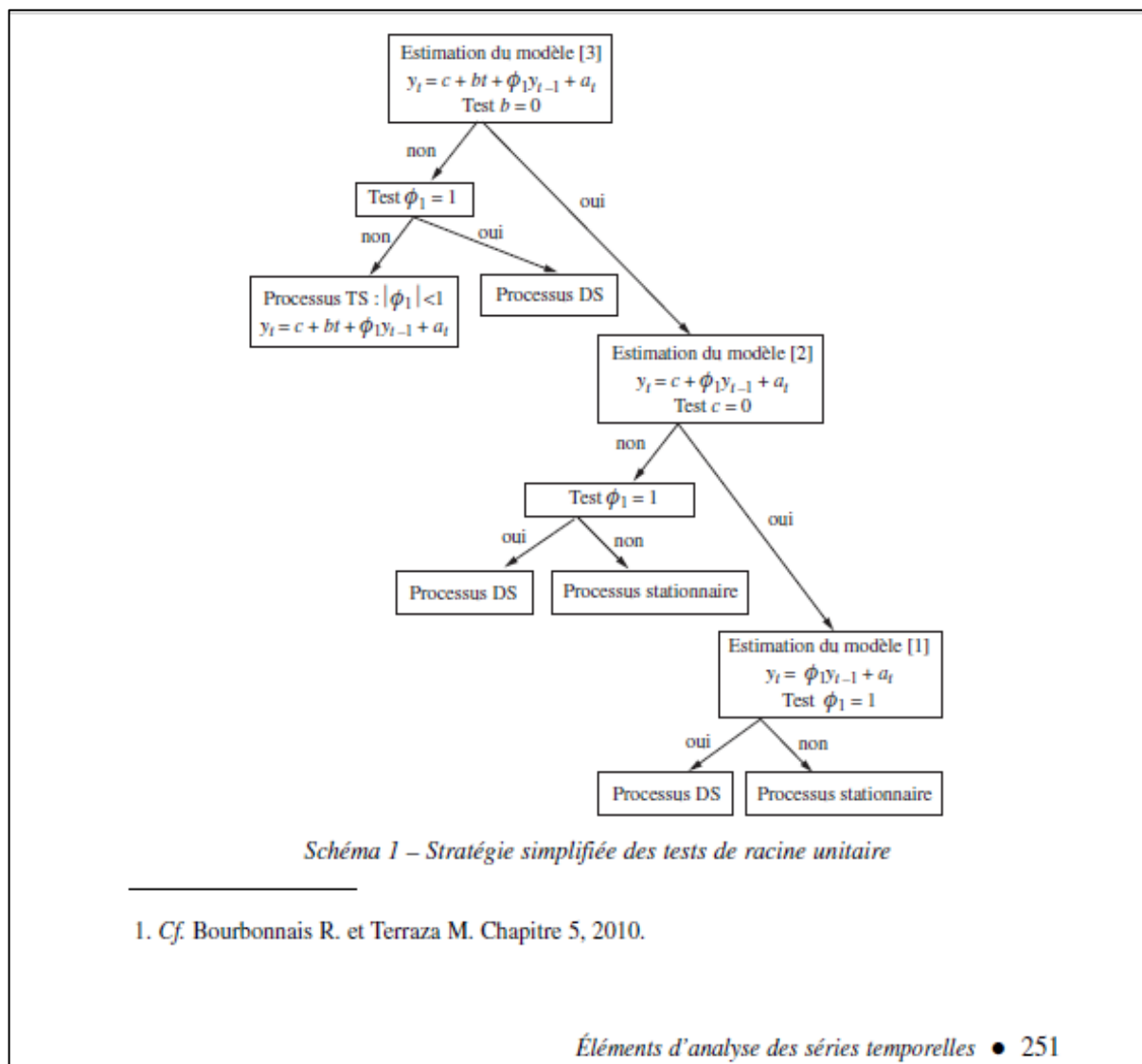
\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(INV.2)  
Method: Least Squares  
Date: 08/02/23 Time: 18:25  
Sample (adjusted): 1982 2022  
Included observations: 41 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(INV(-1))	-0.569818	0.143828	-3.961798	0.0003

R-squared	0.281560	Mean dependent var	5.292683
Adjusted R-squared	0.281560	S.D. dependent var	285.2383
S.E. of regression	241.7703	Akaike info criterion	13.83794
Sum squared resid	2338116	Schwarz criterion	13.87974

ملحق رقم 2: الاستراتيجيات التسلسلية المبسطة لاختبارات جذور الوحدة



ملحق رقم 3: جداول Dickey - Fuller

7. TABLES DE DICKEY-FULLER<sup>1</sup>

Modèle [1] sans tendance et sans terme constant

Modèle [2] sans tendance et avec terme constant

Modèle [3] avec tendance et avec terme constant

Tables de la distribution du  $t_{\mu_1}$

Nombre observations $n$	Probabilités							
	0,01	0,025	0,05	0,10	0,90	0,95	0,975	0,99
25	-2,66	-2,26	-1,95	-1,60	0,92	1,33	1,70	2,16
50	-2,62	-2,25	-1,95	-1,61	0,91	1,31	1,66	2,08
100	-2,60	-2,4	-1,95	-1,61	0,91	1,29	1,64	2,03
250	-2,58	-2,23	-1,95	-1,62	0,89	1,29	1,63	2,01
500	-2,58	-2,23	-1,95	-1,62	0,89	1,28	1,62	2,00
$\infty$	-2,58	-2,23	-1,95	-1,62	0,89	1,28	1,62	2,00
25	-3,75	-3,33	-3,00	-2,63	-0,37	0,00	0,34	0,72
50	-3,58	-3,22	-2,93	-2,60	-0,40	-0,03	0,29	0,66
100	-3,51	-3,17	-2,89	-2,58	-0,42	-0,05	0,26	0,63
250	-3,46	-3,14	-2,88	-2,57	-0,42	-0,06	0,24	0,62
500	-3,44	-3,13	-2,87	-2,57	-0,43	-0,07	0,24	0,61
$\infty$	-3,43	-3,12	-2,86	-2,57	-0,44	-0,07	0,23	0,60
25	-4,38	-3,95	-3,60	-3,24	-1,14	-0,80	-0,50	-0,15
50	-4,15	-3,80	-3,50	-3,18	-1,19	-0,87	-0,58	-0,24
100	-4,04	-3,73	-3,45	-3,15	-1,22	-0,90	-0,62	-0,28
250	-3,99	-3,69	-3,43	-3,13	-1,23	-0,92	-0,64	-0,31
500	-3,98	-3,68	-3,42	-3,13	-1,24	-0,93	-0,65	-0,32
$\infty$	-3,96	-3,66	-3,41	-3,12	-1,25	-0,94	-0,66	-0,33

Tables de la distribution des  $t_c$  et  $t_b$  (test bilatéral)

$n$	Modèle [2]			Modèle [3]					
	Constante $c$			Constante $c$			Tendance $b$		
	2 %	5 %	10 %	2 %	5 %	10 %	2 %	5 %	10 %
25	3,41	2,97	2,61	4,05	3,59	3,20	3,74	3,25	2,85
50	3,28	2,89	2,56	3,87	3,47	3,14	3,60	3,18	2,81
100	3,22	2,86	2,54	3,78	3,42	3,11	3,53	3,14	2,79
250	3,19	2,84	2,53	3,74	3,39	3,09	3,49	3,12	2,79
500	3,18	2,83	2,52	3,72	3,38	3,08	3,48	3,11	2,78
$\infty$	3,18	2,83	2,52	3,71	3,38	3,08	3,46	3,11	2,78

1. Source : Fuller W.A., *Introduction to Statistical Times Series*, John Wiley, 1976.

ملحق رقم 4: مخرجات برنامج لتقدير النموذج الخالص بالسلسلة MFT

Dependent Variable: D(MFT)  
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)  
Date: 05/30/23 Time: 14:47  
Sample: 1981 2022  
Included observations: 42  
Convergence achieved after 15 iterations  
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(7)	-0.359856	0.133215	-2.701310	0.0101
SIGMASQ	227.1642	38.84346	5.848197	0.0000
R-squared	0.115927	Mean dependent var		0.190476
Adjusted R-squared	0.093825	S.D. dependent var		16.22402
S.E. of regression	15.44417	Akaike info criterion		8.381902
Sum squared resid	9540.897	Schwarz criterion		8.464648
Log likelihood	-174.0199	Hannan-Quinn criter.		8.412232
Durbin-Watson stat	1.652016			
Inverted AR Roots	.78-.37i -.54-.68i	.78+.37i -.54+.68i	.19-.84i -.86	.19+.84i

Dependent Variable: D(MFT)  
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)  
Date: 05/30/23 Time: 14:49  
Sample: 1981 2022  
Included observations: 42  
Convergence achieved after 15 iterations  
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(7)	-0.405555	0.134964	-3.004903	0.0046
SIGMASQ	222.4465	35.63509	6.242345	0.0000
R-squared	0.134287	Mean dependent var		0.190476
Adjusted R-squared	0.112644	S.D. dependent var		16.22402
S.E. of regression	15.28296	Akaike info criterion		8.367751
Sum squared resid	9342.754	Schwarz criterion		8.450497
Log likelihood	-173.7228	Hannan-Quinn criter.		8.398080
Durbin-Watson stat	1.650938			
Inverted MA Roots	.88 -.20+.86i	.55-.69i -.79-.38i	.55+.69i -.79+.38i	-.20-.86i

Dependent Variable: D(MF)  
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)  
 Date: 06/09/23 Time: 13:06  
 Sample: 2 43  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 21 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(7)	0.148758	0.733165	0.202898	0.8403
MA(7)	-0.545390	0.706167	-0.772325	0.4446
SIGMASQ	221.2446	41.19300	5.370927	0.0000
R-squared	0.138965	Mean dependent var		0.190476
Adjusted R-squared	0.094809	S.D. dependent var		16.22402
S.E. of regression	15.43578	Akaike info criterion		8.414347
Sum squared resid	9292.272	Schwarz criterion		8.538466
Log likelihood	-173.7013	Hannan-Quinn criter.		8.459842
Durbin-Watson stat	1.665573			
Inverted AR Roots	.76	.47+.60i	.47-.60i	-.17+.74i
	-.17-.74i	-.69-.33i	-.69+.33i	
Inverted MA Roots	.92	.57-.72i	.57+.72i	-.20-.89i
	-.20+.89i	-.83+.40i	-.83-.40i	

### ملحق رقم 5: اختبارات تشخيص البواقي للنموذج المختار للسلسلة ARCH\_Test :MFt

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	2.767629	Prob. F(1,39)	0.1042
Obs*R-squared	2.716764	Prob. Chi-Square(1)	0.0993

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2  
 Method: Least Squares  
 Date: 08/03/23 Time: 22:34  
 Sample (adjusted): 1982 2022  
 Included observations: 41 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	169.1240	75.69299	2.234341	0.0313
RESID^2(-1)	0.257370	0.154705	1.663619	0.1042
R-squared	0.066263	Mean dependent var		227.6835
Adjusted R-squared	0.042321	S.D. dependent var		438.4534
S.E. of regression	429.0753	Akaike info criterion		15.00869
Sum squared resid	7180119.	Schwarz criterion		15.09228
Log likelihood	-305.6782	Hannan-Quinn criter.		15.03913
F-statistic	2.767629	Durbin-Watson stat		1.925142
Prob(F-statistic)	0.104205			

### ملحق رقم 6: مخرجات برنامج لتقدير النموذج الخالص بالسلسلة VDt

Dependent Variable: VDT  
 Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)  
 Date: 08/01/23 Time: 14:03  
 Sample: 1980 2022  
 Included observations: 43  
 Convergence achieved after 3 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	100.6967	43.79437	2.299307	0.0268
AR(1)	0.562138	0.103928	5.408917	0.0000
SIGMASQ	7400.977	1421.268	5.207305	0.0000
R-squared	0.328338	Mean dependent var		102.4998
Adjusted R-squared	0.294755	S.D. dependent var		106.2133
S.E. of regression	89.19670	Akaike info criterion		11.89561
Sum squared resid	318242.0	Schwarz criterion		12.01849
Log likelihood	-252.7557	Hannan-Quinn criter.		11.94092
F-statistic	9.776894	Durbin-Watson stat		2.145808
Prob(F-statistic)	0.000349			
Inverted AR Roots	.56			

Sample: 1980 2022  
 Included observations: 43  
 Convergence achieved after 11 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	97.61508	63.59561	1.534934	0.1329
AR(1)	0.820326	0.150825	5.438928	0.0000
MA(1)	-0.409741	0.219184	-1.869396	0.0691
SIGMASQ	7002.774	1309.606	5.347236	0.0000
R-squared	0.364476	Mean dependent var		102.4998
Adjusted R-squared	0.315590	S.D. dependent var		106.2133
S.E. of regression	87.86926	Akaike info criterion		11.88920
Sum squared resid	301119.3	Schwarz criterion		12.05303
Log likelihood	-251.6177	Hannan-Quinn criter.		11.94961
F-statistic	7.455576	Durbin-Watson stat		1.958989
Prob(F-statistic)	0.000462			
Inverted AR Roots	.82			
Inverted MA Roots	.41			

Dependent Variable: VDT  
 Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)  
 Date: 08/01/23 Time: 14:09  
 Sample: 1980 2022  
 Included observations: 43  
 Convergence achieved after 7 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	100.7083	43.57966	2.310901	0.0262
AR(1)	0.577416	0.119643	4.826151	0.0000
MA(2)	-0.027973	0.164592	-0.169955	0.8659
SIGMASQ	7392.087	1472.112	5.021415	0.0000
R-squared	0.329145	Mean dependent var		102.4998
Adjusted R-squared	0.277541	S.D. dependent var		106.2133
S.E. of regression	90.27873	Akaike info criterion		11.94112
Sum squared resid	317859.7	Schwarz criterion		12.10495
Log likelihood	-252.7341	Hannan-Quinn criter.		12.00154
F-statistic	6.378258	Durbin-Watson stat		2.175950
Prob(F-statistic)	0.001270			
Inverted AR Roots	.58			
Inverted MA Roots	.17	-.17		

Sample: 1980 2022  
 Included observations: 43  
 Convergence achieved after 8 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	100.6248	41.07531	2.449764	0.0189
AR(1)	0.470104	0.103666	4.534772	0.0001
MA(3)	0.232982	0.141780	1.643266	0.1084
SIGMASQ	7065.350	1587.612	4.450301	0.0001
R-squared	0.358797	Mean dependent var		102.4998
Adjusted R-squared	0.309474	S.D. dependent var		106.2133
S.E. of regression	88.26099	Akaike info criterion		11.89770
Sum squared resid	303810.1	Schwarz criterion		12.06153
Log likelihood	-251.8005	Hannan-Quinn criter.		11.95811
F-statistic	7.274405	Durbin-Watson stat		2.130121
Prob(F-statistic)	0.000546			
Inverted AR Roots	.47			
Inverted MA Roots	.31-.53i	.31+.53i	-.62	

Sample: 1980 2022  
 Included observations: 43  
 Convergence achieved after 5 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	97.90296	54.09492	1.809836	0.0780
AR(1)	0.496746	0.124335	3.995232	0.0003
MA(4)	0.442081	0.219665	2.012526	0.0511
SIGMASQ	6065.034	1092.618	5.550918	0.0000
R-squared	0.449579	Mean dependent var		102.4998
Adjusted R-squared	0.407239	S.D. dependent var		106.2133
S.E. of regression	81.77462	Akaike info criterion		11.76227
Sum squared resid	260796.5	Schwarz criterion		11.92611
Log likelihood	-248.8889	Hannan-Quinn criter.		11.82269
F-statistic	10.61830	Durbin-Watson stat		2.115411
Prob(F-statistic)	0.000031			
Inverted AR Roots	.50			
Inverted MA Roots	.58+.58i	.58+.58i	-.58-.58i	-.58-.58i

Sample: 1980 2022  
 Included observations: 43  
 Convergence achieved after 5 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	101.8084	30.62349	3.324521	0.0019
AR(5)	0.126248	0.205757	0.613579	0.5430
SIGMASQ	10817.59	2531.461	4.273259	0.0001
R-squared	0.018270	Mean dependent var		102.4998
Adjusted R-squared	-0.030816	S.D. dependent var		106.2133
S.E. of regression	107.8374	Akaike info criterion		12.26821
Sum squared resid	465156.3	Schwarz criterion		12.39108
Log likelihood	-260.7665	Hannan-Quinn criter.		12.31352
F-statistic	0.372206	Durbin-Watson stat		0.945194
Prob(F-statistic)	0.691574			
Inverted AR Roots	.66	.20-.63i	.20+.63i	-.53+.39i
	-.53-.39i			

Sample: 1980 2022  
 Included observations: 43  
 Convergence achieved after 7 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	102.4974	27.92557	3.670377	0.0007
AR(5)	-0.035932	0.182433	-0.196960	0.8449
MA(1)	0.446224	0.124372	3.587821	0.0009
SIGMASQ	8345.734	1858.677	4.490147	0.0001
R-squared	0.242599	Mean dependent var		102.4998
Adjusted R-squared	0.184337	S.D. dependent var		106.2133
S.E. of regression	95.92552	Akaike info criterion		12.05871
Sum squared resid	358866.5	Schwarz criterion		12.22255
Log likelihood	-255.2623	Hannan-Quinn criter.		12.11913
F-statistic	4.163953	Durbin-Watson stat		1.689136
Prob(F-statistic)	0.011884			
Inverted AR Roots	.42+.30i -.51	.42-.30i	-.16-.49i	-.16+.49i
Inverted MA Roots	-.45			

Sample: 1980 2022  
 Included observations: 43  
 Convergence achieved after 7 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	101.6068	33.93851	2.993849	0.0048
AR(5)	0.037537	0.190320	0.197232	0.8447
MA(2)	0.240412	0.199828	1.203097	0.2362
SIGMASQ	9828.136	2238.160	4.391169	0.0001
R-squared	0.108066	Mean dependent var		102.4998
Adjusted R-squared	0.039456	S.D. dependent var		106.2133
S.E. of regression	104.0968	Akaike info criterion		12.21986
Sum squared resid	422609.9	Schwarz criterion		12.38369
Log likelihood	-258.7270	Hannan-Quinn criter.		12.28028
F-statistic	1.575070	Durbin-Watson stat		1.182708
Prob(F-statistic)	0.210850			
Inverted AR Roots	.52 -.42+.30i	.16+.49i	.16-.49i	-.42-.30i
Inverted MA Roots	-.00+.49i	-.00-.49i		

Sample: 1980 2022  
 Included observations: 43  
 Convergence achieved after 8 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	99.95905	30.73150	3.252658	0.0024
AR(5)	0.035704	0.193442	0.184574	0.8545
MA(3)	0.489978	0.150172	3.262785	0.0023
SIGMASQ	8348.013	1739.971	4.797787	0.0000
R-squared	0.242392	Mean dependent var		102.4998
Adjusted R-squared	0.184114	S.D. dependent var		106.2133
S.E. of regression	95.93862	Akaike info criterion		12.07300
Sum squared resid	358964.5	Schwarz criterion		12.23684
Log likelihood	-255.5696	Hannan-Quinn criter.		12.13342
F-statistic	4.159267	Durbin-Watson stat		1.362632
Prob(F-statistic)	0.011944			
Inverted AR Roots	.51 -.42-.30i	.16-.49i	.16+.49i	-.42+.30i
Inverted MA Roots	.39+.68i	.39-.68i	-.79	

Sample: 1980 2022  
 Included observations: 43  
 Convergence achieved after 8 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	99.11131	37.65491	2.632095	0.0121
AR(5)	-0.022901	0.310211	-0.073824	0.9415
MA(4)	0.589395	0.172399	3.418782	0.0015
SIGMASQ	7825.589	1631.198	4.797449	0.0000
R-squared	0.289803	Mean dependent var		102.4998
Adjusted R-squared	0.235173	S.D. dependent var		106.2133
S.E. of regression	92.88818	Akaike info criterion		12.02884
Sum squared resid	336500.3	Schwarz criterion		12.19267
Log likelihood	-254.6200	Hannan-Quinn criter.		12.08925
F-statistic	5.304792	Durbin-Watson stat		1.066237
Prob(F-statistic)	0.003653			
Inverted AR Roots	.38+.28i -.47	.38-.28i	-.15-.45i	-.15+.45i
Inverted MA Roots	.62+.62i	.62+.62i	-.62-.62i	-.62-.62i

ملحق رقم 7: اختبارات تشخيص البواقي للسلسلة ARCH\_Test :VDt

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	2.490494	Prob. F(1,40)	0.1224
Obs*R-squared	2.461745	Prob. Chi-Square(1)	0.1166

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 08/03/23 Time: 22:50

Sample (adjusted): 1981 2022

Included observations: 42 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5696.916	2601.508	2.189851	0.0344
RESID^2(-1)	0.242370	0.153580	1.578130	0.1224

R-squared	0.058613	Mean dependent var	7531.967
Adjusted R-squared	0.035078	S.D. dependent var	15353.50
S.E. of regression	15081.81	Akaike info criterion	22.12681
Sum squared resid	9.10E+09	Schwarz criterion	22.20956
Log likelihood	-462.6631	Hannan-Quinn criter.	22.15714
F-statistic	2.490494	Durbin-Watson stat	2.010423
Prob(F-statistic)	0.122412		

ملحق رقم 8: مخرجات برنامج EVIEWS لتقدير النموذج الخاص بالسلسلة PRXt

Sample: 1981 2022

Included observations: 42

Convergence achieved after 11 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(2)	-0.140228	0.525035	-0.267082	0.7908
MA(2)	-0.185361	0.497746	-0.372401	0.7116
SIGMASQ	208.0133	36.01008	5.776530	0.0000

R-squared	0.078465	Mean dependent var	1.574762
Adjusted R-squared	0.031207	S.D. dependent var	15.20626
S.E. of regression	14.96711	Akaike info criterion	8.323391
Sum squared resid	8736.560	Schwarz criterion	8.447510
Log likelihood	-171.7912	Hannan-Quinn criter.	8.368885
Durbin-Watson stat	1.575642		

Inverted AR Roots	-.00+.37i	-.00-.37i
Inverted MA Roots	.43	-.43

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 4 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(2)	-0.309005	0.152881	-2.021217	0.0500
SIGMASQ	208.9513	32.17173	6.494873	0.0000
R-squared	0.074310	Mean dependent var		1.574762
Adjusted R-squared	0.051168	S.D. dependent var		15.20626
S.E. of regression	14.81212	Akaike info criterion		8.279995
Sum squared resid	8775.954	Schwarz criterion		8.362741
Log likelihood	-171.8799	Hannan-Quinn criter.		8.310325
Durbin-Watson stat	1.593897			
Inverted AR Roots	-.00+.56i	-.00-.56i		

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 3 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(2)	-0.306809	0.136782	-2.243044	0.0305
SIGMASQ	208.5035	34.58389	6.028920	0.0000
R-squared	0.076294	Mean dependent var		1.574762
Adjusted R-squared	0.053201	S.D. dependent var		15.20626
S.E. of regression	14.79624	Akaike info criterion		8.277779
Sum squared resid	8757.148	Schwarz criterion		8.360525
Log likelihood	-171.8334	Hannan-Quinn criter.		8.308109
Durbin-Watson stat	1.573196			
Inverted MA Roots	.55	-.55		

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 6 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(2)	-0.268273	0.162976	-1.646086	0.1078
MA(9)	-0.246067	0.252999	-0.972600	0.3367
SIGMASQ	196.8678	31.77659	6.195371	0.0000
R-squared	0.127842	Mean dependent var		1.574762
Adjusted R-squared	0.083116	S.D. dependent var		15.20626
S.E. of regression	14.56061	Akaike info criterion		8.280207
Sum squared resid	8268.447	Schwarz criterion		8.404327
Log likelihood	-170.8844	Hannan-Quinn criter.		8.325702
Durbin-Watson stat	1.594673			
Inverted AR Roots	-.00+.52i	-.00-.52i		
Inverted MA Roots	.86	.66-.55i	.66+.55i	.15+.84i
	.15-.84i	-.43+.74i	-.43-.74i	-.80-.29i
	-.80+.29i			

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 7 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(9)	-0.301326	0.269318	-1.118847	0.2700
MA(2)	-0.271853	0.137257	-1.980607	0.0547
SIGMASQ	192.0149	34.59402	5.550521	0.0000
R-squared	0.149341	Mean dependent var		1.574762
Adjusted R-squared	0.105718	S.D. dependent var		15.20626
S.E. of regression	14.38003	Akaike info criterion		8.262360
Sum squared resid	8064.624	Schwarz criterion		8.386480
Log likelihood	-170.5096	Hannan-Quinn criter.		8.307855
Durbin-Watson stat	1.572181			
Inverted AR Roots	.82-.30i -.15-.86i -.88	.82+.30i -.15+.86i	.44-.76i -.67+.56i	.44+.76i -.67-.56i
Inverted MA Roots	.52	-.52		

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 5 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(9)	-0.369994	0.246610	-1.500320	0.1414
SIGMASQ	201.4152	33.58861	5.996533	0.0000
R-squared	0.107696	Mean dependent var		1.574762
Adjusted R-squared	0.085389	S.D. dependent var		15.20626
S.E. of regression	14.54256	Akaike info criterion		8.270031
Sum squared resid	8459.439	Schwarz criterion		8.352777
Log likelihood	-171.6706	Hannan-Quinn criter.		8.300360
Durbin-Watson stat	1.638704			
Inverted AR Roots	.84+.31i -.16+.88i -.90	.84-.31i -.16-.88i	.45+.78i -.69-.58i	.45-.78i -.69+.58i

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 3 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(9)	-0.295981	0.232295	-1.274161	0.2100
SIGMASQ	208.1733	32.25359	6.454268	0.0000
R-squared	0.077757	Mean dependent var		1.574762
Adjusted R-squared	0.054700	S.D. dependent var		15.20626
S.E. of regression	14.78452	Akaike info criterion		8.291132
Sum squared resid	8743.280	Schwarz criterion		8.373878
Log likelihood	-172.1138	Hannan-Quinn criter.		8.321462
Durbin-Watson stat	1.627543			
Inverted MA Roots	.87	.67+.56i	.67-.56i	.15+.86i
	.15-.86i	-.44+.76i	-.44-.76i	-.82-.30i
	-.82+.30i			

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 24 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(9)	-0.511431	1.516940	-0.337147	0.7378
MA(9)	0.158226	1.484058	0.106617	0.9156
SIGMASQ	200.1435	40.36443	4.958414	0.0000
R-squared	0.113330	Mean dependent var		1.574762
Adjusted R-squared	0.067860	S.D. dependent var		15.20626
S.E. of regression	14.68125	Akaike info criterion		8.314013
Sum squared resid	8406.029	Schwarz criterion		8.438132
Log likelihood	-171.5943	Hannan-Quinn criter.		8.359507
Durbin-Watson stat	1.636204			
Inverted AR Roots	.87+.32i	.87-.32i	.46+.80i	.46-.80i
	-.16+.91i	-.16-.91i	-.71+.60i	-.71-.60i
	-.93			
Inverted MA Roots	.77+.28i	.77-.28i	.41+.71i	.41-.71i
	-.14+.80i	-.14-.80i	-.62-.52i	-.62+.52i
	-.81			

ملحق رقم 9: اختبار ARCH-TEST لتشخيص البواقي الخاصة بالسلسلة  $PRX_t$

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	2.892478	Prob. F(1,39)	0.0970
Obs*R-squared	2.830857	Prob. Chi-Square(1)	0.0925

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 08/03/23 Time: 22:57

Sample (adjusted): 1982 2022

Included observations: 41 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	161.2895	70.00912	2.303835	0.0266
RESID^2(-1)	0.283703	0.166813	1.700729	0.0970

R-squared	0.069045	Mean dependent var	213.5709
Adjusted R-squared	0.045175	S.D. dependent var	412.1678
S.E. of regression	402.7504	Akaike info criterion	14.88206
Sum squared resid	6326109.	Schwarz criterion	14.96565
Log likelihood	-303.0823	Hannan-Quinn criter.	14.91250
F-statistic	2.892478	Durbin-Watson stat	1.872037
Prob(F-statistic)	0.096956		

ملحق رقم 10: مخرجات برنامج لتقدير النموذج الخالص بالسلسلة  $INVT$

Sample: 1981 2022

Included observations: 42

Convergence achieved after 3 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.420232	0.114970	3.655128	0.0007
SIGMASQ	55690.38	5752.339	9.681345	0.0000

R-squared	0.182322	Mean dependent var	5.380952
Adjusted R-squared	0.161880	S.D. dependent var	264.1384
S.E. of regression	241.8158	Akaike info criterion	13.86530
Sum squared resid	2338996.	Schwarz criterion	13.94805
Log likelihood	-289.1714	Hannan-Quinn criter.	13.89563
Durbin-Watson stat	1.703056		

Inverted AR Roots .42

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 7 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.200108	0.304257	0.657693	0.5146
MA(1)	0.313954	0.332616	0.943894	0.3510
SIGMASQ	53141.32	5995.267	8.863879	0.0000
R-squared	0.219749	Mean dependent var		5.380952
Adjusted R-squared	0.179736	S.D. dependent var		264.1384
S.E. of regression	239.2261	Akaike info criterion		13.86779
Sum squared resid	2231935.	Schwarz criterion		13.99191
Log likelihood	-288.2236	Hannan-Quinn criter.		13.91328
Durbin-Watson stat	1.909375			
Inverted AR Roots	.20			
Inverted MA Roots	-.31			

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 4 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	0.438465	0.132944	3.298116	0.0020
SIGMASQ	54043.57	5911.316	9.142393	0.0000
R-squared	0.206501	Mean dependent var		5.380952
Adjusted R-squared	0.186664	S.D. dependent var		264.1384
S.E. of regression	238.2137	Akaike info criterion		13.83574
Sum squared resid	2269830.	Schwarz criterion		13.91849
Log likelihood	-288.5506	Hannan-Quinn criter.		13.86607
Durbin-Watson stat	1.814045			
Inverted MA Roots	-.44			

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 7 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.430795	0.147116	2.928272	0.0057
MA(7)	-0.500493	0.326921	-1.530930	0.1339
SIGMASQ	46470.15	6649.016	6.989026	0.0000
R-squared	0.317699	Mean dependent var		5.380952
Adjusted R-squared	0.282709	S.D. dependent var		264.1384
S.E. of regression	223.7069	Akaike info criterion		13.78017
Sum squared resid	1951746.	Schwarz criterion		13.90429
Log likelihood	-286.3835	Hannan-Quinn criter.		13.82566
Durbin-Watson stat	1.676638			
Inverted AR Roots	.43			
Inverted MA Roots	.91	.56+.71i	.56-.71i	-.20-.88i
	-.20+.88i	-.82-.39i	-.82+.39i	

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 5 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(7)	-0.436564	0.206571	-2.113389	0.0409
SIGMASQ	57971.89	7772.513	7.458577	0.0000
R-squared	0.148823	Mean dependent var		5.380952
Adjusted R-squared	0.127544	S.D. dependent var		264.1384
S.E. of regression	246.7194	Akaike info criterion		13.93607
Sum squared resid	2434819.	Schwarz criterion		14.01881
Log likelihood	-290.6574	Hannan-Quinn criter.		13.96640
Durbin-Watson stat	1.130339			
Inverted MA Roots	.89	.55-.69i	.55+.69i	-.20-.87i
	-.20+.87i	-.80-.39i	-.80+.39i	

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 6 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.385595	0.106686	3.614305	0.0009
MA(8)	-0.562189	0.226276	-2.484534	0.0174
SIGMASQ	45553.26	9268.234	4.914988	0.0000
R-squared	0.331161	Mean dependent var		5.380952
Adjusted R-squared	0.296861	S.D. dependent var		264.1384
S.E. of regression	221.4890	Akaike info criterion		13.78339
Sum squared resid	1913237.	Schwarz criterion		13.90751
Log likelihood	-286.4512	Hannan-Quinn criter.		13.82889
Durbin-Watson stat	1.775731			
Inverted AR Roots	.39			
Inverted MA Roots	.93	.66+.66i	.66-.66i	-.00+.93i
	-.00-.93i	-.66+.66i	-.66+.66i	-.93

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 8 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(8)	-0.563850	0.179562	-3.140136	0.0032
SIGMASQ	53270.25	9240.486	5.764875	0.0000
R-squared	0.217856	Mean dependent var		5.380952
Adjusted R-squared	0.198302	S.D. dependent var		264.1384
S.E. of regression	236.5032	Akaike info criterion		13.88897
Sum squared resid	2237350.	Schwarz criterion		13.97171
Log likelihood	-289.6683	Hannan-Quinn criter.		13.91929
Durbin-Watson stat	1.193053			
Inverted MA Roots	.93	.66-.66i	.66-.66i	.00+.93i
	-.00-.93i	-.66-.66i	-.66+.66i	-.93

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 8 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(2)	0.025296	0.159973	0.158126	0.8752
MA(1)	0.447810	0.133064	3.365372	0.0017
SIGMASQ	54015.56	5989.673	9.018116	0.0000
R-squared	0.206913	Mean dependent var		5.380952
Adjusted R-squared	0.166241	S.D. dependent var		264.1384
S.E. of regression	241.1858	Akaike info criterion		13.88288
Sum squared resid	2268654.	Schwarz criterion		14.00700
Log likelihood	-288.5405	Hannan-Quinn criter.		13.92837
Durbin-Watson stat	1.823750			
Inverted AR Roots	.16	-.16		
Inverted MA Roots	-.45			

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 4 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(2)	-0.038854	0.175766	-0.221054	0.8262
SIGMASQ	68028.49	8941.986	7.607760	0.0000
R-squared	0.001167	Mean dependent var		5.380952
Adjusted R-squared	-0.023804	S.D. dependent var		264.1384
S.E. of regression	267.2637	Akaike info criterion		14.06087
Sum squared resid	2857196.	Schwarz criterion		14.14362
Log likelihood	-293.2782	Hannan-Quinn criter.		14.09120
Durbin-Watson stat	1.115655			
Inverted AR Roots	-.00+.20i	-.00-.20i		

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 4 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(2)	-0.071454	0.204983	-0.348583	0.7293
MA(7)	-0.438822	0.311841	-1.407200	0.1673
SIGMASQ	57629.47	7740.070	7.445601	0.0000
R-squared	0.153851	Mean dependent var		5.380952
Adjusted R-squared	0.110459	S.D. dependent var		264.1384
S.E. of regression	249.1235	Akaike info criterion		13.97841
Sum squared resid	2420438.	Schwarz criterion		14.10253
Log likelihood	-290.5467	Hannan-Quinn criter.		14.02391
Durbin-Watson stat	1.095165			
Inverted AR Roots	-.00+.27i	-.00-.27i		
Inverted MA Roots	.89	.55+.70i	.55-.70i	-.20-.87i
	-.20+.87i	-.80-.39i	-.80+.39i	

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 12 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(2)	-0.011215	0.164095	-0.068344	0.9459
MA(8)	-0.561897	0.194750	-2.885230	0.0063
SIGMASQ	53295.86	9335.563	5.708907	0.0000
R-squared	0.217480	Mean dependent var		5.380952
Adjusted R-squared	0.177350	S.D. dependent var		264.1384
S.E. of regression	239.5737	Akaike info criterion		13.93646
Sum squared resid	2238426.	Schwarz criterion		14.06058
Log likelihood	-289.6658	Hannan-Quinn criter.		13.98196
Durbin-Watson stat	1.190508			
Inverted AR Roots	-.00+.11i	-.00-.11i		
Inverted MA Roots	.93	.66-.66i	.66-.66i	.00+.93i
	-.00-.93i	-.66-.66i	-.66+.66i	-.93

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 6 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(4)	0.206181	0.148502	1.388406	0.1729
MA(1)	0.475900	0.167220	2.845952	0.0070
SIGMASQ	51753.59	6067.864	8.529128	0.0000
R-squared	0.240124	Mean dependent var		5.380952
Adjusted R-squared	0.201156	S.D. dependent var		264.1384
S.E. of regression	236.0819	Akaike info criterion		13.84473
Sum squared resid	2173651.	Schwarz criterion		13.96885
Log likelihood	-287.7393	Hannan-Quinn criter.		13.89022
Durbin-Watson stat	1.801353			
Inverted AR Roots	.67	-.00+.67i	-.00-.67i	-.67
Inverted MA Roots	-.48			

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 4 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(4)	0.124230	0.118899	1.044830	0.3024
SIGMASQ	67018.31	7492.149	8.945138	0.0000
R-squared	0.015999	Mean dependent var		5.380952
Adjusted R-squared	-0.008601	S.D. dependent var		264.1384
S.E. of regression	265.2720	Akaike info criterion		14.04732
Sum squared resid	2814769.	Schwarz criterion		14.13006
Log likelihood	-292.9937	Hannan-Quinn criter.		14.07765
Durbin-Watson stat	1.110994			
Inverted AR Roots	.59	.00-.59i	-.00+.59i	-.59

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 8 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(4)	0.012990	0.129112	0.100610	0.9204
MA(7)	-0.432559	0.215981	-2.002765	0.0522
SIGMASQ	58002.91	8364.836	6.934137	0.0000
R-squared	0.148368	Mean dependent var		5.380952
Adjusted R-squared	0.104694	S.D. dependent var		264.1384
S.E. of regression	249.9293	Akaike info criterion		13.98352
Sum squared resid	2436122.	Schwarz criterion		14.10764
Log likelihood	-290.6540	Hannan-Quinn criter.		14.02902
Durbin-Watson stat	1.127492			
Inverted AR Roots	.34	.00+.34i	-.00-.34i	-.34
Inverted MA Roots	.89	.55-.69i	.55+.69i	-.20-.86i
	-.20+.86i	-.80-.38i	-.80+.38i	

Sample: 1981 2022  
 Included observations: 42  
 Convergence achieved after 7 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(4)	0.076525	0.138873	0.551038	0.5848
MA(8)	-0.561774	0.203833	-2.756053	0.0088
SIGMASQ	53033.21	9303.384	5.700422	0.0000
R-squared	0.221336	Mean dependent var		5.380952
Adjusted R-squared	0.181404	S.D. dependent var		264.1384
S.E. of regression	238.9826	Akaike info criterion		13.93141
Sum squared resid	2227395.	Schwarz criterion		14.05553
Log likelihood	-289.5597	Hannan-Quinn criter.		13.97691
Durbin-Watson stat	1.164126			
Inverted AR Roots	.53	.00+.53i	-.00-.53i	-.53
Inverted MA Roots	.93	.66-.66i	.66+.66i	-.00-.93i
	-.00+.93i	-.66+.66i	-.66+.66i	-.93

### ملحق رقم 11: اختبار ARCH-Test لتشخيص البواقي الخاص بالسلسلة INVT

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	1.096997	Prob. F(1,39)	0.3014
Obs*R-squared	1.121702	Prob. Chi-Square(1)	0.2896

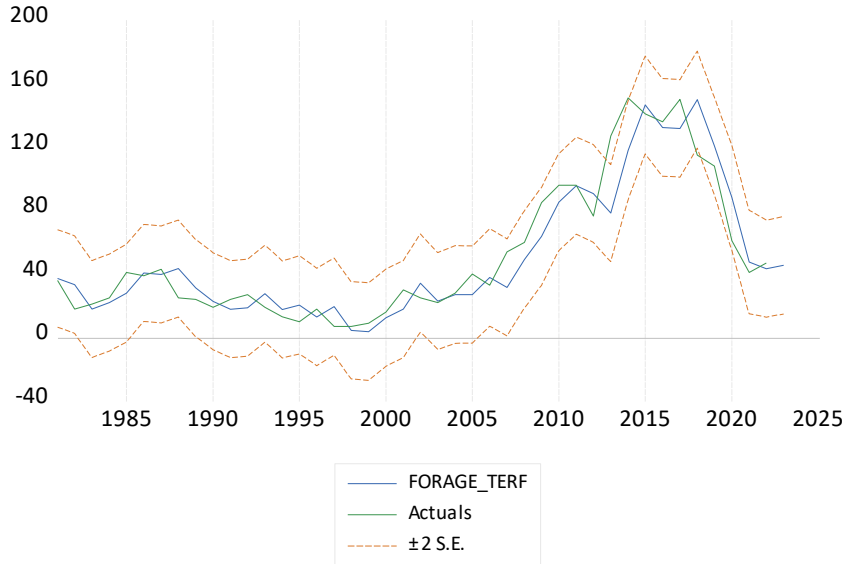
Test Equation:  
 Dependent Variable: RESID^2  
 Method: Least Squares  
 Date: 08/03/23 Time: 23:01  
 Sample (adjusted): 1982 2022  
 Included observations: 41 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	39434.54	21923.70	1.798718	0.0798
RESID^2(-1)	0.166029	0.158519	1.047376	0.3014
R-squared	0.027359	Mean dependent var		46652.81
Adjusted R-squared	0.002419	S.D. dependent var		133425.3
S.E. of regression	133263.8	Akaike info criterion		26.48560
Sum squared resid	6.93E+11	Schwarz criterion		26.56919
Log likelihood	-540.9548	Hannan-Quinn criter.		26.51604
F-statistic	1.096997	Durbin-Watson stat		1.972586
Prob(F-statistic)	0.301374			

ملحق رقم 12: البيانات المعتمدة في استخراج قيم معيار جذر مربع متوسط للأخطاء الخاص بطريقة

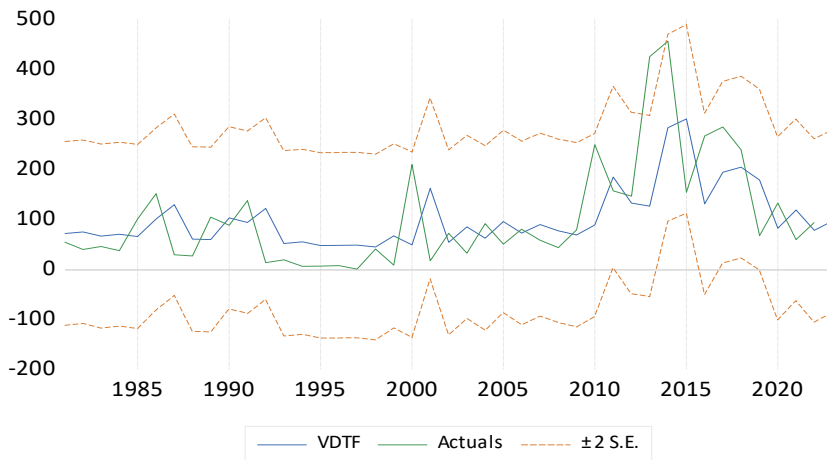
**BOX JENKINS**

MFT سلسلة -



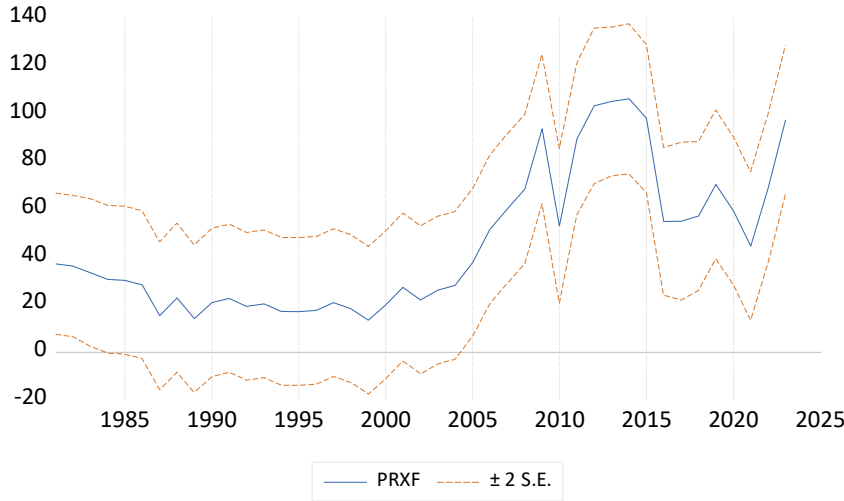
Forecast:	FORAGE_TERF
Actual:	FORAGE_TERMINE
Forecast sample:	1980 2025
Adjusted sample:	1981 2025
Included observations:	45
Root Mean Squared Error	14.81236
Mean Absolute Error	10.77575
Mean Abs. Percent Error	30.62999
Theil Inequality Coef.	0.112550
Bias Proportion	0.007032
Variance Proportion	0.015585
Covariance Proportion	0.977383
Theil U2 Coefficient	1.006281
Symmetric MAPE	28.16900

VDT سلسلة -



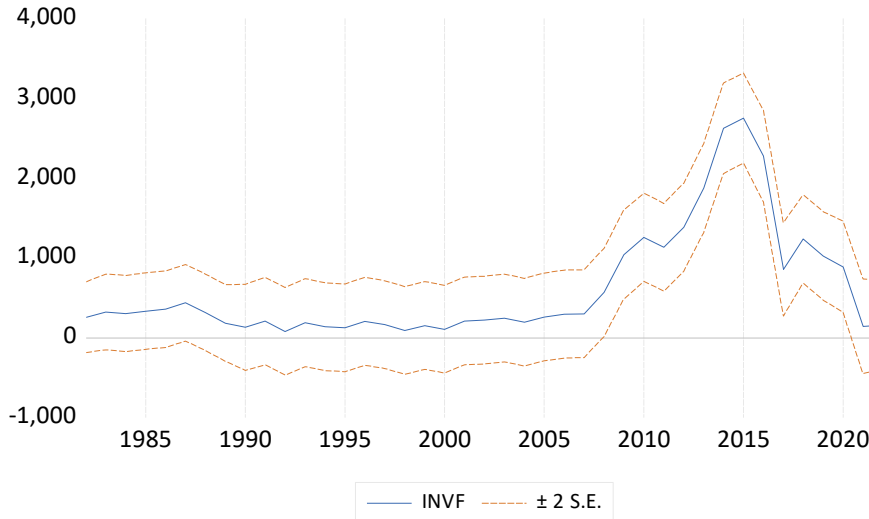
Forecast:	VDTF
Actual:	VDT
Forecast sample:	1980 2025
Adjusted sample:	1981 2023
Included observations:	43
Root Mean Squared Error	86.78690
Mean Absolute Error	63.50296
Mean Abs. Percent Error	NA
Theil Inequality Coef.	0.325884
Bias Proportion	0.000510
Variance Proportion	0.283031
Covariance Proportion	0.716459
Theil U2 Coefficient	NA
Symmetric MAPE	71.52801

PRX سلسلة -



Forecast:	PRXF
Actual:	PRX
Forecast sample:	1980 2025
Adjusted sample:	1981 2025
Included observations:	45
Root Mean Squared Error	14.44056
Mean Absolute Error	9.947654
Mean Abs. Percent Error	22.49362
Theil Inequality Coef.	0.136049
Bias Proportion	0.014066
Variance Proportion	0.028270
Covariance Proportion	0.957664
Theil U2 Coefficient	0.964248
Symmetric MAPE	21.52009

- سلسلة INV



Forecast:	INV
Actual:	INV
Forecast sample:	1980 2022
Adjusted sample:	1982 2022
Included observations:	41
Root Mean Squared Error	216.7702
Mean Absolute Error	133.6161
Mean Abs. Percent Error	25.11499
Theil Inequality Coef.	0.116765
Bias Proportion	0.016150
Variance Proportion	0.001054
Covariance Proportion	0.982796
Theil U2 Coefficient	1.104164
Symmetric MAPE	26.53493