الجمهورية الجزائرية الديموقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة أبوبكر بلقايد تلمسان

كلية العلوم الإقتصادية، التجارية، المالية و علوم التسيير

قسم علوم التسيير

محاضرات: تقنيات التنبؤ

مطبوعة محاضرات مقدمة لطلبة السنة الثالثة ليسانس إدارة الأعمال

من إعداد:

الدكتورة بن طيب هديات خديجة

أستاذة محاضرة "أ"

السنة الجامعية: 2022-2023

فهرس المحتويات

مقدمة عامة 05

الفصل الأول:عموميات حول التنبؤ..... 06

1. مفهوم التنبؤ 08

2. أهمية التنبؤ 09

3. الفرضيات التي يقوم عليها التنبؤ..... 09

4. العوامل المؤثرة على عملية التنبؤ..... 10

5. خطوات التنبؤ 11

الفصل الثاني: تقنيات التنبؤ 15

1. الطرق الغير نظامية للتنبؤ: (الكيفية أو الذاتية) 18

1.1 أساليب التناظر والمقارنة 18

2.1 الأساليب المعتمدة على آراء ذوي الشأن و الخبرة..... 18

2. الطرق النظامية للتنبؤ: (الكمية أو الموضوعية) 19

1.2 النماذج السببية 20

2.2 النماذج الغير سببية..... 22

الفصل الثالث: السلاسل الزمنية 24

1. مفاهيم أساسية حول السلاسل الزمنية 26

1.1 تعريف السلسلة الزمنية..... 26

2.1 التمثيل البياني للسلسة الزمنية..... 27

3.1 أهداف تحليل السلسلة الزمنية 28

2. مركبات السلسلة الزمنية 30

1.2 الاتجاه العام (secular trend) 30

2.2 التغيرات الموسمية (seasonal) 32

3.2 التغيرات الدورية (Cyclical) 32

4.2 التغيرات العرضية أو الفجائية (Irregular) 33

3. الفروض الأساسية تحليل السلاسل الزمنية 34

1.3 النموذج التجميعي 35

2.3 النموذج الضربي 35

3.3 النموذج المختلط 35

4. طرق الكشف عن مركبات السلسة الزمنية 37

1.4 الطريقة البيانية 37

2.4 الاختبارات الإحصائية 37

1.2.4 الاختبارات الحرة 37

2.2.4 الاختبارات الغير حرة 38

5. الكشف عن مركبة الاتجاه العام..... 38

1.5 الاختبارات الحرة (اللابرامترية)..... 38

1.1.5 اختبار التوالي (تعاقب الإشارات) 38

2.1.5 اختبار نقطة الانعطاف 43

3.1.5 اختبار الإشارة 45

4.1.5 اختبار دانيال 46

2.5 الاختبارات الغير حرة 49

1.2.5 الطريقة البراميترية أو المعلمية 49

6. الكشف عن المركبة الفصلية 56

1.6 الاختبارات الحرة 56

1.1.6 اختبار kruskall – wallis 56

2.6 الاختبارات الغير حرة 59

1.2.6 دالة الارتباط الذاتي 59

الفصل الرابع: الطرق الإستقطابية 64

1. التنبؤ بنماذج الإتجاه العام و طرق تقييمها 66

1.1 نموذج الإتجاه العام الخطي 66

1.1.1 طريقة المربعات الصغرى 66

2.1.1 طريقة المصفوفات 66

2.1 نموذج الإتجاه العام الأسي 69

3.1 دالة القطع المكافئ 72

2. التنبؤ و التمهيد بالطرق المكيفة 73

1.2 طريقة المتوسطات المتحركة 73

1.1.2 المتوسطات المتحركة البسيطة 73

2.1.2 المتوسطات المتحركة المرجحة 75

2.2 طريقة التمهيد الأسي 75

1.2.2 التمهيد الأسي البسيط (أو الأحادي) 77

2.2.2 التمهيد الأسي المزدوج (أو الثنائي) 80

3.2.2 التمهيد الأسي لـ: Holt 86

الجداول الإحصائية 91

قائمة المراجع 99

مقدمة عامة:

في منظمات الأعمال الإنتاجية و الخدمية، يرغب متخذ القرار في حالات مختلفة التعرف على سلوك الظواهر الاقتصادية في المستقبل القريب، و ذلك عن طريق تقدير الظواهر المستقبلية انطلاقا من الفترات الزمنية الماضية لهذه الظواهر. وعلى هذا الأساس فتوقع التغيرات المحتمل حدوثها يساعد على التخطيط و اتخاذ القرارات الاقتصادية و الإدارية.

و هذا ما يعرف بعملية التنبؤ، و الذي أصبح القاعدة الأساسية للقيام بالعديد من العمليات الإدارية و غيرها من العمليات التي تقوم بها المؤسسة، فالتنبؤ ليس حساب دقيق للمستقبل بقدر ما هو تقدير مبني على أسس فنية و علمية، و هو ليس مجرد إجراء مجموعة من الحسابات و التقديرات عن صورة المستقبل، و إنما هو مزيج متكامل للحلم و الفن و الحكم الشخصي، بحيث هناك العديد من الأساليب و طرق التنبؤ، تتفاوت من حيث سهولتها و دقة نتائجها. فهناك أساليب كيفية بسيطة و سهلة لا تحتاج خبرة عالية لأنها تعتمد على المعطيات الإحصائية، و هناك أساليب كمية تعتمد على المعطيات الإحصائية، الاقتصادية، القياسية و الطرق الرياضية التي تفيد في معرفة سلوك المتغيرات في الماضي و التنبؤ فيها في المستقبل.

و هذه المطبوعة البيداغوجية بعنوان " **تقنيات التنبؤ**" صممت خصيصا لطلبة السنة الثالثة ليسانس، تخصص: **إدارة الأعمال**، وفق البرنامج التالي:

الفصل الأول: عموميات حول التنبؤ. حيث يضم هذا الفصل المفاهيم العامة حول التنبؤ، أهميته، خطواته، العوامل المؤثرة فيه، .....

الفصل الثاني: الطرق الكيفية للتنبؤ. يشمل هذا الفصل الأساليب الغير نظامية للتنبؤ أو ما يسمى بالأساليب النوعية.

الفصل الثالث: الطرق الكمية للتنبؤ. يخص هذا الفصل إلا السلاسل الزمنية، و سوف يتم التطرق إلى مركبات السلاسل الزمنية و طرق الكشف عنها.

الفصل الرابع: الطرق الإستقطابية. سوف يتم من خلال هذا الفصل عرض بعض طرق التنبؤ كطريقة المتوسطات الحسابية، طرق التمهيد الأسي، .....

الفصل الأول:

عموميات حول التنبؤ

مقدمة:

يعتبر التنبؤ القاعدة الأساسية للقيام بالعديد من العمليات الإدارية وغيرها من العمليات التي تقوم بها المؤسسة، فهي تتعلق بتقدير الظواهر المستقبلية بالاعتماد على الفترات الزمنية في الماضي لهذه الظواهر. وعلى هذا الأساس يتم توقع التغيرات الممكن حدوثها من أجل اتخاذ الإجراءات. فالتنبؤ يساعد على التخطيط و اتخاذ القرارات الاقتصادية و كذا إعادة صياغتها. و تكون هذه التنبؤات دقيقة تعتمد على أساس علمي منهجي بحت، و لا تمارس إلا من قبل المتخصصين في هذا المجال.

1. مفهوم التنبؤ:

يختلف التنبؤ عن التوقع بكون التنبؤ يهتم بالتغيرات الطارئة و بالظواهر الاقتصادية و الاجتماعية والمعقدة مثل: اكتشاف مصدر جديد للطاقة، انهيار دولة معينة، وصول تيار سياسي معين إلى الحكم و غيرها. بينما يقتصر التوقع على المؤشرات الكمية فقط. [1]

تعددت مفاهيم التنبؤ بتعدد المفكرين الاقتصاديين، حيث نذكر أهمها:

* " التنبؤ يشير إلى الأساليب المستخدمة لترجمة الخبرة الماضية إلى توقعات أو تخمينا لما سيأتي" [2]

* " التنبؤ عبارة عن تقنية تقوم على استخدام البيانات، التي تعمل كمدخلات للقيام بتقديرات تنبؤية تعمل على تحديد الإتجاهات المستقبلية. و في الواقع تستخدم الشركات عملية التنبؤ هذه لكي تقوم بتحديد كيفية تخصيص ميزانيتها أو التخطيط للنفقات المتوقعة لفترة زمنية معينة" [3]

* "التنبؤ هو توقع لأحداث المستقبل، كأن تتنبأ بكمية الإنتاج للعام المقبل مثلا، حيث تشمل عملية التنبؤ دراسات إحصائية للفترات الماضية، وعلى أساسها نتوصل إلى وضع افتراضات للفترة المستقبلية". [4]

* "التنبؤ هو معرفة سلوك ظاهرة ما في المستقبل انطلاقا من سلوكها في الماضي". [5]

* " التنبؤ هو التخمين أو التقدير لمستوى فعالية معينة أو نشاط معين، بالإعتماد على البيانات الإحصائية و الأدوات العلمية و حكمة القائم بعملية التنبؤ و خبرته و كفاءته" [6]

* " التنبؤ بشكل عام عبارة عن توقع و تقدير لأحداث مستقبلية في ظل ظروف غير مؤكدة" [7]

بشكل عام يعرف التنبؤ على أنه التخطيط و وضع افتراضات حول أحداث المستقبل باستخدام تقنيات و طرق و نماذج مختلفة، و هذا من خلال فترات زمنية مختلفة، و كل هذا يجعلنا نتخذ قراراتنا للمستقبل بالاعتماد على المعلومات السابقة المأخوذة من الماضي.

---

[1] عبد العزيز شرابي، " طرق احصائية للتوقع الاقتصادي"، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2000، ص: 11

[2] مهدي زويلف، نزار عبد المجيد، " الأساليب الكمية في الإدارة"، الجامعة المستصرية، 1990، ص:64

[3] Alicia Tuovila, « Forecasting : what it is, how it's used in business and investing", 2022, https://www.investopedia.com/terms/f/forecasting.asp, 15/11/2022, 18:30

[4] عبد الرحمان الأحمد العبيد، " مبادئ التنبؤ الإداري"، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية، 2004، ص: 2

[5] مولود حشمان، " نماذج و تقنيات التنبؤ االقصير المدى"، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1998، ص: 177

[6] على العلاونة، محمد عبيدات، عبد الكريم عواد، " بحوث العمليات في العلوم التجارية"، دار المستقبل، عمان، 2000، ص: 87

[7] محمد ابديوي الحسين، " تخطيط الإنتاج و مراقبته"، دار المناهج، عمان، 2012، ص:17.

2. أهمية التنبؤ:

للتنبؤ أهمية كبرى تتمثل في:[1]

* يضمن الكفاءة والفعالية للمؤسسة.

* يضمن البقاء والاستمرارية للمؤسسة.

* معرفة احتياجات المؤسسة في المدى القصير والمتوسط.

* يلعب التنبؤ دورا مهما في إدارة كل الأعمال، حيث يساعد المؤسسة على تقليل المخاطر التي تنطوي عليها أنشطة الأعمال واتخاذ القرارات المهمة في مجال الأعمال، بصرف النظر عن هذا يوفر التنبؤ نظرة ثاقبة على قرارات الاستثمار والتوسع في رأس مال المؤسسة، إذ يساهم في الحد من المخاطر التي قد تواجه المؤسسة.[2]

* يعطي صورة عن توجه المؤسسة المستقبلي.

* يساهم في اتخاذ القرارات الصائبة.

* يساعد في تحقيق الأهداف.

* يلعب دورا حاسما في صنع الميزانية من خلال تقدير التكاليف والإيرادات المتوقعة، وبالتالي يتيح التنبؤ بالطلب للمؤسسات إعداد ميزانيتها.

* يساعد في اتخاذ القرار بشأن التوسع في أعمال المؤسسة.

* يساعد في اتخاذ القرارات الحاسمة، مثل تحديد قدرة المصنع، وتحديد متطلبات المواد الخام، وضمان توافر العمالة ورأس المال.

* يساعد في صنع التصحيحات (مثلا تحسين جودة المنتجات).

* تمكين الحكومة من تنسيق أنشطة الاستيراد والتصدير وتخطيط التجارة الدولية.

3. الفرضيات التي يقوم عليها التنبؤ:

يقوم التنبؤ على مجموعة من الفروض ملخصها كالآتي:[3]

* أن المستقبل لا يمكن التأكد منه تماما، ويبقى عدم التأكد هذا قائما بغض النظر عن الطريقة التي استخدمت فيه، إلى أن يمر الزمن ويمكن حينئذ رؤية الواقع الحقيقي.

---

[1] محمد صالح الحناوي، محمد توفيق ماضي، " بحوث العمليات في تخطيط و مراقبة الإنتاج، الدار الجامعية، مصر، 2001، ص: 3

[2] صالح الشنواوي، " التنظيم و الإدارة في قطاع الأعمال"مركز الإسكندرية للكتاب، مصر، 1999، ص: 392

[3] رابح بلعباس، " فعالية التنبؤ باستخدام النماذج الإحصائية في اتخاذ القرارات"، الملتقى الوطني حول صنع القرار في المؤسسة الإقتصادية، جامعة محمد بوضياف المسيلة، الجزائر، 2009.

* أن هناك نقاط غير واضحة في التنبؤ، كمستجدات التكنولوجيا التي لا تتوفر لدينا معلومات تشير إليها الآن.

* أن التنبؤ يستخدم لوضع السياسات سواء كانت اجتماعية أو اقتصادية، وأن هذه السياسات نفسها إذا ما نفذت ستؤثر على المستقبل وتجري عليه تغيرات لم يتكلم عنها التنبؤ نفسه، مما يحدث الافتراق بين ما جاء في التنبؤ وما سيحقق على أرض الواقع.

* بقاء الظروف كما هي.

4. العوامل المؤثرة على عملية التنبؤ:[1]

* **الزمن:** يتأثر التنبؤ بعامل الزمن، بحيث يكون سهل في الأجل القصير، و صعب في الأمد البعيد.

* **الدخل:** يجب معرفة حركة الدخل خلال الفترة القادمة، و معرفة اتجاهه لأن الدخل يؤثر على القدرة الشرائية.

* **التطورات الاجتماعية و الثقافية:** تؤثر على الأنماط الاستهلاكية داخل المجتمعات، و بالتالي تؤثر على طبيعة و أنواع السلع التي تستخدم داخل المجتمعات، ثم إن التطورات الاجتماعية أفرزت حاجات لم تكن موجودة سابقا.

* **العامل الجغرافي:** يجب على القائم بالتنبؤ أن يفهم طبيعة المنطقة الجغرافية و المناخ فيها، لأن أسلوب الحياة قد يختلف حسب المناطق و حسب المناخ.

* **التطور التكنولوجي:** التطور خلق منتجات تكفي حاجات المجتمعات الحديثة، لذا يجب معرفة مسار هذا التطور و أثره، فالثورة التكنولوجية كبيرة جدا في مجال تقديم أسهل و أفضل و أسرع ما يحتاجه المجتمع.

* **درجة الاستقرار السياسي والاقتصادي:** كلما كانت الأمور مستقرة كلما سهلت عملية التنبؤ، كلما كانت غير مستقرة تصعب عملية التنبؤ.

* **المنافسة:** علينا معرفة حجم و قوة و عدد المنافسين، و نوعية السلع التي يتعاملون بها و حصصهم.

[1] محمد جاسم الصميدي، " استراتيجية التسويق مدخل كمي و تحليلي"، دار الحامد، الأردن، 2000، ص: 169

5. خطوات التنبؤ:

تمر عملية إعداد التنبؤ بعدد من الخطوات التي تأخذ تسلسلا منطقيا عند إعداد التنبؤ، وهي كالآتي: [1]

تحديد الغرض من التنبؤ:

تحديد الغرض يوضح مستوى التفاصيل المطلوبة في التنبؤ، بحيث يمكن تحديد طبيعة وقدر الموارد اللازمة البشرية والمادية (أفراد، حاسب آلي، مبالغ مالية)، وكذلك مستوى الدقة المطلوبة التي تتناسب مع الغرض من التنبؤ.

فتحديد الهدف يفيد في اتخاذ القرارات الإدارية، ولهذا لابد لنظام المعلومات أن يوفر إمكانية تعديل أرقام التنبؤ ليفي باحتياجات المديرين المختلفين.

تحديد الإطار أو المدى الزمني للتنبؤ:

لابد من تحديد فترة زمنية مستقبلية التي سوف يغطيها التنبؤ، فالباحثان Bourbonnaise و Usenier قسما الأفاق الزمني إلى ثلاث أبعاد (المدى القصير، المتوسط، والمدى الطويل). [2]

أ. **التنبؤ في المدى القصير:**

يأخذ أفاق زمني من شهر إلى ثلاث أشهر وتكون هذه الفترة مرتبطة بطبيعة الظاهرة المدروسة، والتنبؤ المحدود لبضعة أيام والذي لا يتجاوز 30 يوم، يمكن إدراجه في المدى القصير جدا (البعد الفوري) لكون بعده الزمني مقدر بأقل من شهر ويهتم عادة بالسير اليومي للنشاط الإنتاجي.

فكل من الفترة القصيرة جدا والفترة القصيرة يتمشيان حسب الظاهرة المراد التنبؤ بها، ويتم تعديلها حسب متطلبات المدة حتى تواكب أهداف المؤسسة أو القطاع.

ب. **التنبؤ في المدى المتوسط:**

تنحصر المدة الزمنية ما بين نصف السنة إلى سنة أو سنتين، ففي هذه الفترة نتنبأ بردود فعل السوق لنتمكن من مقارنتها بالتوجهات المقدمة من طرف المؤسسة الخاصة بالتسويق حتى يتم الإلمام بالمستوى العام للنشاط الاقتصادي، ويجب عدم إهمال تأثير المتغيرات الدورية،

---

[1] صونيا محمد البكري، " إدارة الإنتاج و العمليات"، الدار الجامعية، مصر، 2001، ص: 67.

[2] Usenier J.C, Bourbonnais R, « Pratique de la prévision à court terme », Edition DUNOD, 1981, p : 10

والموسمية التي تخص الانحرافات التي توجد في الملاحظات التاريخية والتي تؤدي إلى عدم دقة التنبؤ.

فهو إذن يستخدم في تحديد جدولة الإنتاج، وتحديد مستوى المخزون، ووضع خطة إجمالية للإنتاج، وتقييم وتقدير الميزانية العامة.

ج. **التنبؤ في المدى الطويل:**

يحدد على مدار سنتين وما فوق، فهو لا يهتم بالتغيرات التي تستنتج من المشاهدات التاريخية (كما ذكرنا في التنبؤ الخاص بالمدى القصير) فقط بل حتى تطور هذه المشاهدات عبر الزمن.

فيوضح التغيرات الدورية التي تحدث كالتغير في العادات أو التكنولوجيا أو الظروف الاقتصادية الأخرى، فمن الأمثلة التي تحدث في المدى الطويل حجم البطالة، ومدى النمو في حجم السكان، ودرجة النمو في الإنتاج بصفة عامة، أي يهتم بالتوقعات الخاصة بما وراء التقلبات الاقتصادية الدورية من اتجاهات طويلة الأجل.

فيرمي إلى إسقاط الظواهر في المستقبل البعيد، ومحاولة تحديد تغيرات تقديرية لهذه الظواهر من أجل رسم الأهداف العامة للمؤسسة، من خلال أهدافه فهو يتماشى مع التخطيط كون هذا الأخير يتعامل أساسا مع المستقبل.

كلما زادت المدة الزمنية زادت صعوبة التنبؤ، ويرجع ذلك لحالة عدم التأكد من المستقبل لذا يتطلب مراجعات دورية، أما بالنسبة لاقتصاد السوق الذي يخضع لتغيرات مستمرة لا يعطي للمدى الطويل أهمية بالغة، بحيث يعتبر هذه الفترة جزء من التخطيط ولها سماتها.

جمع وتحليل البيانات المناسبة:

الخطوة الموالية تتمثل في جمع وتحليل البيانات مع تحديد الافتراضات المعتمد عليها في إعداد واستخدام التنبؤ. ويكون جمع البيانات التاريخية من المستندات الحكومية، وفي حالة المنتجات الجديدة التي لا تتوافر عنها المعلومات اللازمة، فهنا نلجأ إلى استخدام البيانات المتاحة عن منتجات مشابهة أو منافسة.

لحساب التنبؤ يكون عدد المشاهدات مهم بحيث لا تقل عن ثلاث سنوات، فمثلا لحساب معاملات موسمية يجب توفر أربع سنوات على الأقل، كما لا يكون عدد المشاهدات كبير جدا حتى نتفادى خلق صعوبة في التنبؤ، إلى جانب الحصول على معلومات تتماشى و الإشكالية، وذلك بحذف كل مالا يتماشى و الوظيفة الكلاسيكية للمعلومة مصدر التنبؤ.

اختيار أسلوب التنبؤ:

اختيار طريقة أو طرق التنبؤ المناسبة يتم على ضوء الهدف والفترة الزمنية المستقبلية حتى يستخدم في المواقف الإدارية المختلفة، وعلى متخذي القرارات تطبيق الأسلوب المناسب الذي يتماشى مع احتياجاتهم.

إعداد التنبؤ:

إعداد وبلورة التنبؤات تتمثل في إجراء التجارب التي تظهر مدى صحة الطرق التي استخدمت للتنبؤ، فالتوصل إلى التنبؤ المطلوب يكون على ضوء الافتراضات والمحددات التي استخدمت عند إعداد واستخدام التنبؤ حتى نتوصل إلى نتائج سليمة، أما في حالة تغير أحد الافتراضات يستلزم إعداد التقديرات والتوصل إلى نموذج دقيق في تقديراته.

نأخذ عينة من المشاهدات التاريخية مثلا السنة الأخيرة أو الأشهر الأخيرة ونجرب عليها الطريقة التي اختيرت ونقارن النتائج. وعادة ما يستخدم الأسلوب الذي ينتج أصغر متوسط للخطأ، ومن المقاييس الشائعة لقياس الخطأ هي متوسط الانحراف المطلق، والخطأ النسبي، وخطأ التحيز.

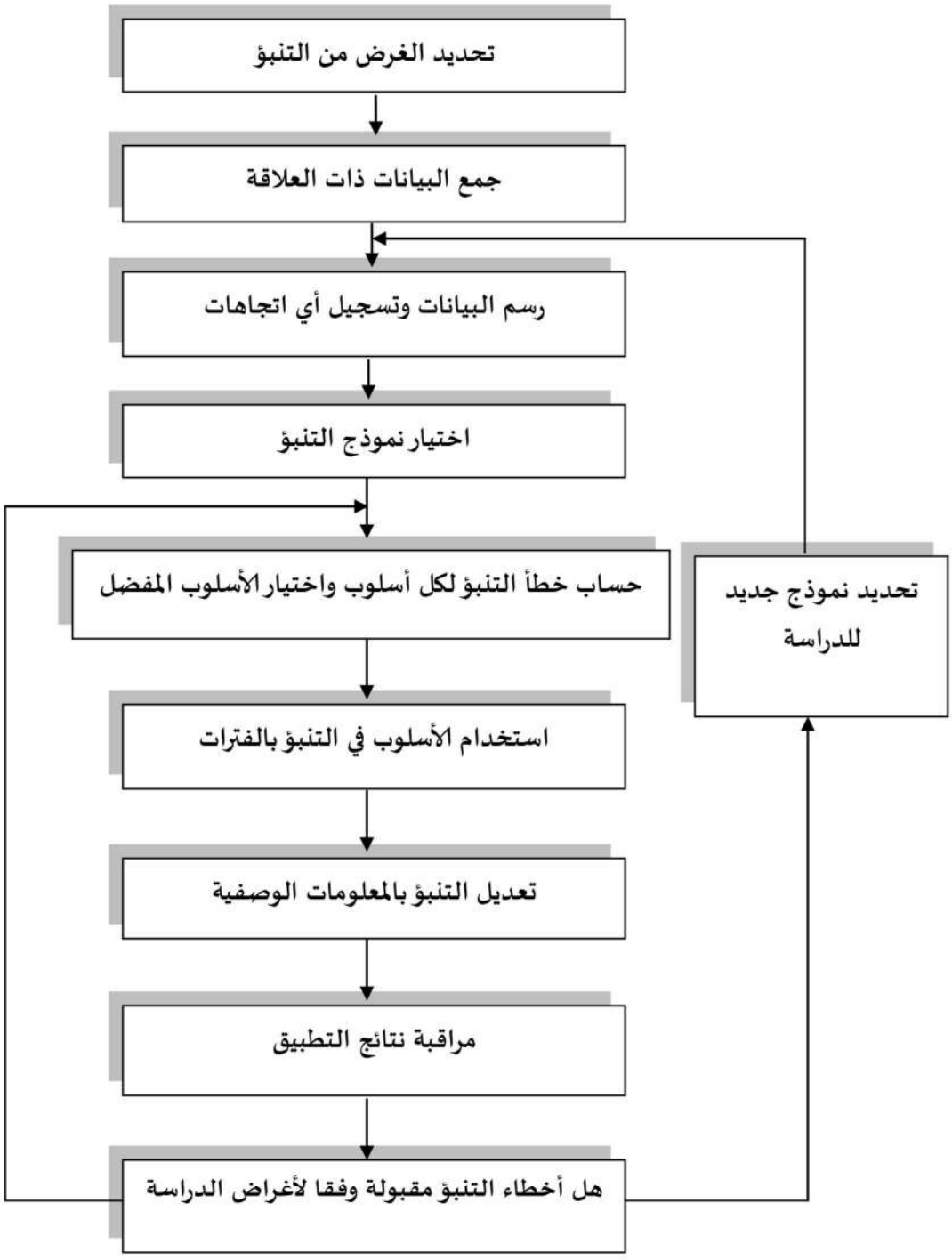
متابعة التنبؤ:

تعتبر هذه الخطوة حاسمة في تقييم عملية التنبؤ لتحديد مدى صحتها، فإذا لم يتم على هذا النحو، يلزم مراجعة الأسلوب المستخدم، افتراضاته، ومدى صدف البيانات التي تم التنبؤ على أساسها مع إجراء التعديلات المناسبة اللازمة.

إذا كان مقدرا الخطأ مقبول نستمر في تطبيق النموذج المختار، أما في حالة العكسية نحتاج إلى أسلوب تنبؤ جديد بحيث نعود إلى الخطوة الثالثة ونكرر الدورة، والشكل الموالي يظهر عملية التنبؤ.

ويمكن تمثيل خطوات التنبؤ حسب الشكل التالي:

الشكل (1): خطوات التنبؤ



المصدر: صونيا محمد البكري، مرجع سابق ذكره، ص: 72

الفصل الثاني:

تقنيات التنبؤ

مقدمة:

لقد زاد الإهتمام كثيرا خلال العقود الثلاثة الماضية بالتنبؤ، سواء على المستوى الكلي للإقتصاد أو على مستوى المؤسسات و الشركات. مما أدى إلى زيادة عدد تقنيات التنبؤ إلى أكثر من 150 تقنية، الأمر الذي استوجب تصنيف هذه التقنيات.

في الأدبيات المتخصصة يمكننا أن نصادف العديد من التصنيفات، و في أغلب الأحيان تنقصها الدقة و الصرامة العلمية و ذلك بسبب عدم الالتزام بالمبادئ الأساسية لعملية التصنيف و المتمثلة فيما يلي:[1]

1- المعرفة الكاملة لجميع تقنيات التوقع.

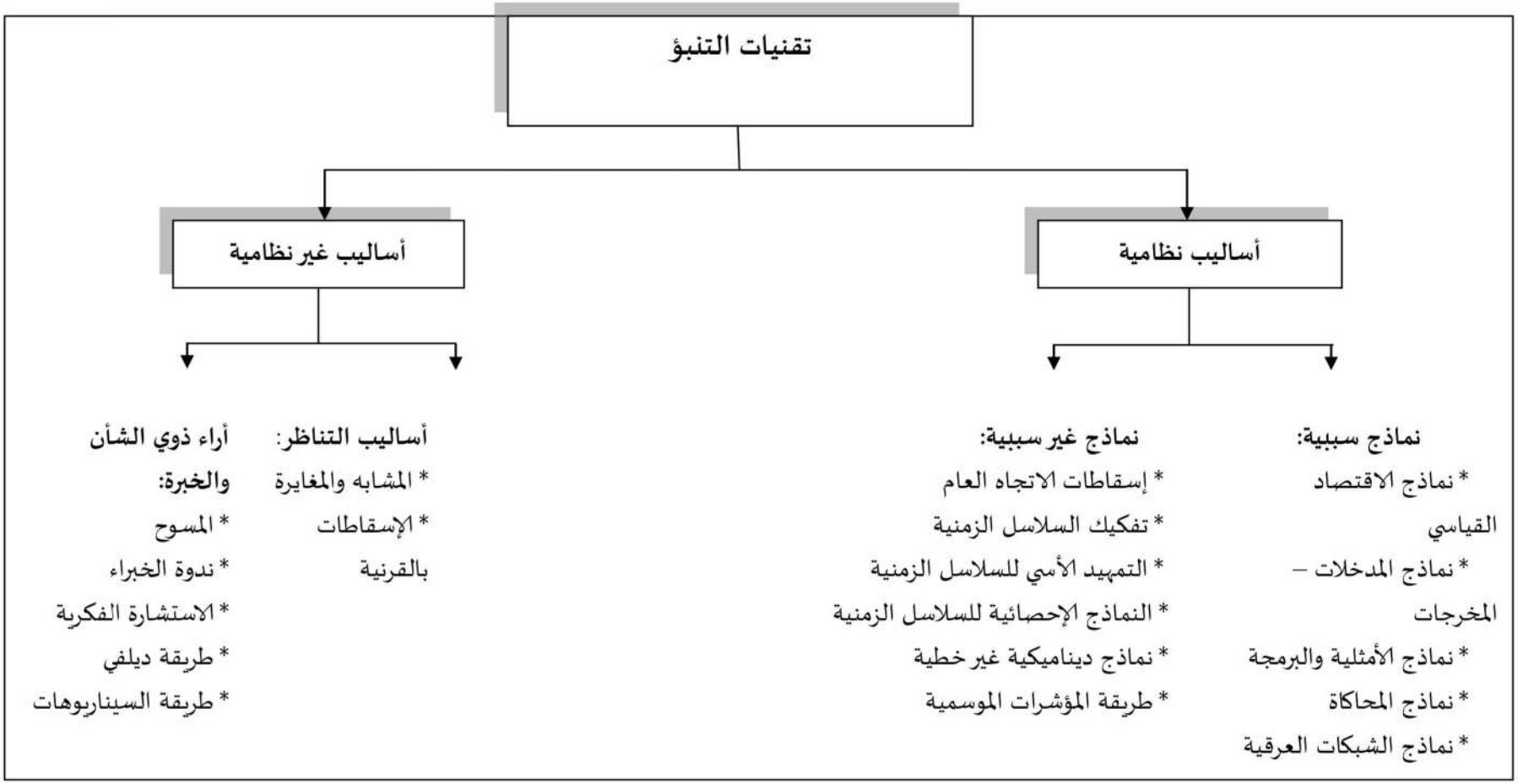
2- وضوح معيار التصنيف.

3- تكامل و عدم تداخل مجموعات التصنيف.

4- انفتاح التصنيف على امكانية احتواء تقنيات جديدة.

[1] عبد العزيز شرابي، " طرق احصائية للتوقع الإقتصادي"، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2000، ص: 13

الشكل (2): تقنيات التنبؤ



Source: Beida Mohamed, Ferhat Taleb Amar, Les outils de gestion: prévision, www.mtoolkit.com, 2004, p:6

1. الطرق الغير نظامية للتنبؤ: (الكيفية أو الذاتية)

هي عبارة عن حزمة من الأدوات والأساليب التي لا تستند إلى النماذج والأساليب الرياضية، وتعتمد بالدرجة الأساس على التقدير الذاتي، ولا تحتاج إلى قاعدة أو تحديد المتغيرات التي تفسر سلوك المتغير موضوع الاهتمام، إنما تعتمد على الخبرة والتقدير الشخصي. و بالرغم من تطور الأساليب الكمية، إلا أن الأساليب النوعية لازالت مهمة في بعض الحالات كما في ظروف التغيرات السريعة و الكبيرة، و عندما لا يمكن الاعتماد على البيانات الماضية كمؤشرات للتنبؤ بالأحداث المستقبلية أو عندما لا تتوفر مثل هذه البيانات كما في المنتجات الجديدة. وتنقسم إلى مجموعتين رئيسيتين:

1.1 أساليب التناظر والمقارنة: [1]

يتم التنبؤ بمسار أي متغير باستخدام المسار المحتمل لنفس المتغيرات في حالات مشابهة، كالتعرف على أثر تخفيض العملة على التضخم مثلا، وذلك من خلال التعرف على أثر تخفيض العملة لقطر مشابه جدا لاقتصاد البلد المعني.

2.1 الأساليب المعتمدة على آراء ذوي الشأن والخبرة: و تنقسم إلى:

1.2.1 أسلوب ديلفي:

من الطرق الشائعة في الولايات المتحدة الأمريكية واليابان، تستهدف تجميع آراء خبراء في موضوع محدد، وإبراز نقاط الاتفاق والإجماع من خلال تعريضهم لموجات متتالية من التساؤل.

أي تعتمد على استشارة منهجية لخبراء من خارج المؤسسة، من خلال توجيه مجموعة من الأسئلة، يقدم كل خبير إجابته مبررة، فيقوم فريق العمل المشرف على العملية بتسجيل الإجابات وإعادة إرسالها إلى الخبراء من دون كشف هوياتهم مع طلب خبرة ثانية، يقوم كل خبير بتقديم تقرير جديد، يقوم فيه بتأكيد رأيه الأول أو تعديله على ضوء ما أطلع عليه من آراء نظرائه، وهكذا إلى أن يتم التوصل إلى إجماع أو تقدير نهائي. [2]

[1] محمد عبيدات، " إدارة المبيعات"، الشركة العربية المتحدة للتسويق و التوريدات، الأردن، 2008، ص: 101

[2] Ekionea J.B, Bernard P, Plaisent M, « Consensus par la méthode Delphi sur les concepts clés des capacités organisationnelles spécifiques de la gestion des connaissances », recherchs qualitatives, 2011, 29(3), p : 168

2.2.1 الاستقصاء:

تختار المؤسسة أحيانا الاكتفاء باستشارة إطارات وخبراء المؤسسة في المستويات العليا والمتوسطة من مصالح مختلفة: الإنتاج، التسويق، التموين، المالية،... يتم بعد ذلك تجميع التقديرات لتشكيل تنبؤ واحد، يمكن أن تكون الاستشارة بشكل منفصل لكل إطار على حدا، من أجل الحصول على آراء مستقلة، ويمكن أن تكون بشكل جماعي، بحيث يتم تجميع الإطارات المشاركة في ورشة عمل للخروج بشكل جماعي وبتقدير موحد، وميزة هذه الطريقة هي السرعة، السهولة، وقلة التكلفة.

3.2.1 ندوة الخبراء:

يتم استشارة مجموعة من الخبراء المهنيين أو الأكاديميين من الداخل والخارج المؤسسة، يتراوح عددهم بين 05 إلى 20، تقوم هذه الطريقة على تجميع المساهمات المختلفة حول موضوع ما، ووضع تقرير يقدم رؤية أو توصيات بشأن الاحتمالات المستقبلية للموضوع المحدد من أجل الحصول على نتائج جيدة، ويجب على المشاركين أن يكونوا من خلفيات مختلفة.

4.2.1 طريقة السيناريوهات:

السيناريو هو حكاية مؤلفة كتوقع لما سيصير عليه محيط المؤسسة خلال فترة من ثلاث أو أربع أو حتى 10 سنوات، أولا تكتب مجموعة من السيناريوهات حول النتائج المحتملة لسياسة أو قرار معين. وذلك انطلاقا من تنبؤات متباينة، عادة: تنبؤ متشائم، تنبؤ متفائل، تنبؤ محتمل.

تقدم السيناريوهات لمتخذ القرار ويترك له الحكم على أنها أكثر احتمالا، في جميع الأحوال تقوم المؤسسة في الواقع بالاستعداد للسيناريوهات المختلفة، وخاصة للأسوأ منها.[1]

2. الطرق النظامية للتنبؤ: (الكمية أو الموضوعية)

هي الأساليب المبنية على قاعدة صريحة أو نظام واضح المعالم، بحيث يمكن شرح ما ينطوي عليه هذا النظام من خطوات، أو بحيث يمكن لأي شخص قادر على فهم هذه الخطوات وتطبيقها بسهولة، ومن خصائص الأسلوب النظامي في التوقع أنه إذا طبق على نفس المعلومات من جانب

[1] عبد الحميد أحمد الحزوبي، " أساسيات إدارة المبيعات"، دار وائل للنشر و التوزيع، الأردن، 2008، ص: 10

أشخاص مختلفين، فممكن أن يتوصلوا إلى نفس النتائج، وهذا هو المقصود من الموضوعية (لا يتأثر بأي اعتبارات ذاتية)[1]، كما تنقسم هذه الأساليب النظامية إلى قسمين:

1.2 النماذج السببية:

وهي التي تحاول التعبير عن سلوك المتغير موضع الاهتمام إلى نظرية ما بشأن العوامل المحددة لقيم هذا المتغير، ومن أمثلة ذلك أننا عندما نريد التوقع بمتوسط استهلاك الأسر لأحد المنتجات الاستهلاكية المعينة في إحدى الدول، فإننا نبدأ بصياغة علاقة تفسيرية لهذا المتغير يدخل فيها عدد المتغيرات التفسيرية. أي يعتمد المتغير موضوع البحث على متغيرات تفسيرية تفسر سلوكه، و بالإعتماد على نظرية معينة في تفسير الظاهرة موضوع البحث يتم صياغة العلاقة على شكل نموذج رياضي قابل للتقدير. مثلا تفسير استهلاك الأسر من سلعة معينة **C**، بدخول تلك الأسر **Y**، و سعر السلعة **P**، و استنادا لنظرية الطلب يتم صياغة النموذج: $C= a+ bY+cP$ ثم تقدير معلمات النموذج **a,b,c** باستخدام الوسائل الإحصائية المتوفرة مثلا: طريقة المربعات الصغرى[2]. و من بين أهم النماذج السببية:

1.1.2 نماذج الإقتصاد القياسي:

تعتمد هذه النماذج في قياس و تفسير العلاقة بين المتغيرات استنادا إلى النظرية الإقتصادية بشأن المتغيرات التي تدخل في تفسير سلوك المتغير التابع. مثلا: تفسير دالة الإستهلاك بواسطة الدخل المتاح مع ثبات العوامل الأخرى: $C= a+ bY+U$ حيث أن **C** الإستهلاك، **Y** الدخل المتاح، **U** العنصر العشوائي. و تتطلب هذه النماذج:[3]

- تحديد النظرية الإقتصادية الخاصة بموضوع البحث.

- صياغة النموذج رياضيا.

- جمع البيانات الخاصة بمتغيرات النموذج.

- تقدير النموذج.

[1] صلاح الدين كروش، " التوقع بالمبيعات باستخدام نماذج إحصائية"، دار الراية للنشر و التوزيع، الأردن، 2015، ص: 37
[2] رملي محمد، " مطبوعة في تحليل السلاسل الزمنية"، قسم العلوم الإقتصادية، جامعة الطاهر مولاي، سعيدة، 2020، ص:4
[3] عبد القادر محمد عبد القادر عطية، " الإقتصاد القياسي بين النظرية و التطبيق"، الدار الجامعية، مصر، 2000، ص: 14

- اختبار النموذج.

استخدام النموذج في التنبؤ.

2.1.2 نماذج المدخلات_المخرجات:

يتم تصوير العلاقة التبادلية بين مختلف القطاعات الإقتصادية خلال العملية الإنتاجية في جداول مدخلات و مخرجات في فترة زمنية معينة (سنة)، من خلال توضيح مدخلات كل قطاع من احتياجاته من مستلزمات الإنتاج لكل القطاعات الأخرى، و تستخدم نماذج المدخلات و المخرجات في عملية التخطيط و التنبؤ.[1]

3.1.2 نماذج الأمثلية و البرمجة الخطية:

تعتبر البرمجة الخطية من أهم نماذج الأمثلية، و تهتم بطريقة استخدام الموارد المتاحة في وصف العلاقة بين متغيرين أو أكثر من خلال تعظيم أو تدنية دالة الهدف، و التي تحتوي على متغيرات هيكلية يتم تحديد مستوياتها بشكل يحقق أكبر أو أصغر قيمة لدالة الهدف.[2]

4.1.2 نماذج المحاكاة:

لتفادي أية مشكلة قد تواجه الباحث عند إجراء التجارب على أي نظام حقيقي، يستخدم لذلك نماذج المحاكاة. و هي نماذج رياضية تمثل و تعكس جميع خصائص و سلوك النظام الحقيقي للتعرف على الآثار المحتملة لقرارات و سياسات اقتصادية معينة قد تؤثر على المسار المستقبلي لبعض المتغيرات. كما تستخدم أيضا في المفاضلة بين عدد من السياسات الإقتصادية التي تحقق الهدف المنشود.

5.1.2 نماذج ديناميكية غير خطية:

تم التركيز في السنوات الأخيرة على أنواع جديدة من النماذج الحتمية الغير خطية، حيث اتضح أنها قادرة على توصيف سلوك عدد كبير من السلاسل الزمنية التي لا تقدر النماذج التقليدية على توصيفها. من بين هذه النماذج نماذج الفوضى و نماذج الكارثة و عدد من النماذج الأخرى. تستمد نظرية الفوضى و الكارثة جذورها من الرياضيات و الفيزياء، و لا تزال تطبيقاتها في الإقتصاد قليلة و

[1] محمود الحمصي، " التخطيط الإقتصادي"، دار الطليعة، بيروت، 1979، ص: 121
[2] حامد ج، " أساليب التنبؤ"، المعهد العربي للتخطيط، الكويت، 2003، ص: 4

مشتتة. من أهم اسهامات نظرية الفوضى أنها أوضحت بأن المسارات الزمنية معقدة غالبا ما و يمكن تمثيلها بنماذج ديناميكية حتمية مبسطة. بالإضافة إلى ذلك فهناك نوع معين من السلوك يمكن الإعتقاد بأنه عشوائي و فوق قدرة النمذجة لكنه يمكن أن يمثل بنماذج الفوضى. كما أنه يوجد نماذج غير خطية أخرى مثل: [1]

- ✓ نماذج SETAR: يمثل هذا النظام في صيغة انحدار ذاتي AR يتحول بين نظامين حسب قيمة المتغير موضوع البحث.
- ✓ نماذج STAR: تشبه نماذج SETAR ما عدا صيغة التحريك حيث تأخذ شكل الدالة اللوجيستيكية.

2.2 النماذج الغير سببية:

لا تتطرق إلى سلوك المتغير المراد التوقع به، بل تحاول الكشف عن المتغيرات الأخرى التي تحدد قيمته باعتماد على قيم تاريخية، فإذا أردنا التوقع بقيمة متغير معين في السنة القادمة، فقد نعتبر هذه القيمة مساوية لقيمته في السنة السابقة، أو متوسط قيمته في عدد من السنوات السابقة.

ومن أبرز الطرق المعروفة لهذه النماذج وهي: [2]

1.2.2 اسقاطات الاتجاه العام:

تعتبر اسقاطات الاتجاه العام من أكثر الطرق شيوعا في التنبؤات طويلة المدى للمتغيرات الاقتصادية، و يعرف الاتجاه العام للسلسلة الزمنية على أنه النمط العام للتغير في قيم المتغير موضوع البحث، مع تجاهل المتغيرات الأخرى سواء الموسمية، الدورية، أو العشوائية .كما أن تذبذبات السلسلة الزمنية ناتجة عن مكوناتها التالية:

- **الاتجاه العام :** الحركة العامة على المدى البعيد.
- **التقلبات الموسمية :** تقلبات منتظمة تكرر نفسها حسب فترة زمنية معينة.
- **التقلبات الدورية:** تكون حسب الدورة الاقتصادية.
- **التقلبات العشوائية :** تكون لأسباب عوامل الطبيعة و غيرها.

[1] رملي محمد، مرجع سابق ذكره، ص: 5
[2] حامد ج، مرجع سابق ذكره، ص: 6

2.2.2 النماذج الإحصائية للسلاسل الزمنية:

تركز هذه النماذج على الجانب العشوائي في السلسلة الزمنية، وتنقسم الى:

- **نماذج الانحدار الذاتي AR** : حيث تكتب القيمة الجارية كدالة خطية في القيم السابقة لنفس المتغير.
- **نماذج المتوسطات المتحركة MA** : حيث تكتب القيمة الجارية للمتغير كدالة خطية في القيمة الحالية لعنصر الخطأ العشوائي و عدد من قيمه السابقة.
- **نماذج Box-Jenkins:** يمكن التوفيق بين النموذجين **MA, AR** بنموذج **ARMA** حيث تمر هذه الطريقة بعدة مراحل قبل أي اجراء لعملية التنبؤ.
- **نماذج متجه اشعة الانحدار الذاتي VAR:** تستخدم في النماذج الآنية التي يوجد فيها علاقات تبادلية بين المتغيرات.

الفصل الثالث:

السلاسل الزمنية

مقدمة:

عند مطلع العقد السابع من القرن العشرين ظهر اهتمام متزايد بتحليل السلاسل الزمنية وطرق التنبؤ بقيمها المستقبلية، فقد كانت تعد من أبرز الأساليب الإحصائية المستخدمة في التنبؤ للكثير من التطبيقات و المجالات العلمية. و يُعزى الاهتمام الكبير بالسلاسل الزمنية إلى الحاجة الماسّة لنظام تنبؤ موثوق به لتفسير الكثير من الظواهر في مختلف مجالات الحياة، و هذا النظام التنبؤي يتطلب بناء نماذج دقيقة تُسمى بنماذج السلاسل الزمنية التي أصبحت بُؤرة البحث و التطوير في السنوات الأخيرة للعديد من المجالات . و لذلك يعد التنبؤ من المسائل المهمة منذ أمد بعيد و بقي هذا الموضوع محط اهتمام الباحثين في سائر الحقول.

و يعتمد التنبؤ الاقتصادي بصورة أساسية على السلاسل الزمنية من خلال دراسة تطور الظاهرة مع الزمن بوصفه عاملا يظهر حاصل تأثير جميع العوامل المؤثرة في هذه الظاهرة، فالظواهر تتغير مع الزمن من شهر إلى آخر و من سنة إلى أخرى. و لا يعد الزمن ذاته عاملا مؤثرًا في تطور الظواهر الاقتصادية بصفته مؤشرًا موضوعيًا مستقلا عن فعل الإنسان . إلا أن الزمن ملازم لتطور الظواهر الاقتصادية و من ثم يمكن الربط بين حالة الظاهرة و اللحظة التي تقابل هذه الحالة، أو بين تطورات الظاهرة و المدة الزمنية التي جرت أو ستجري فيها تلك التطورات الناجمة عن عوامل أخرى غير الزمن تؤثر في الظاهرة وتؤدي إلى تغيرها كمًا ونوعًا.

فالسلسلة الزمنية هي سلسلة من القيم العددية لمؤشر إحصائي يعكس تغير الظاهرة بالنسبة إلى الزمن .وكل قيمة عددية في السلسلة تقابل لحظة زمنية أو مدة زمنية محددة. و يمكن أن تكون المدة أيامًا أو شهورًا أو سنوات. و تنشأ سلسلة زمنية عن طريق مراقبة الظاهرة المدروسة مدة من الزمن و قياسها في مدد زمنية متساوية بهدف الحصول على قيمها.

و الهدف من دراسة السلسلة الزمنية وتحليلها هو معرفة التغيرات التي طرأت على الظاهرة التي تمثلها في مدة من الزمن . ثم تحليل أسبابها و نتائجها و تحديد اتجاهها حتى يمكن استخدامها للتقدير والتنبؤ بالمستقبل .

1. مفاهيم أساسية حول السلاسل الزمنية:

تعتبر دراسة الظواهر و اتجاهاتها و التحكم في مساراتها من بين أسباب نجاح المؤسسات الإقتصادية التي تعتمد على الطرق العلمية في تسييرها، حيث تحتاج كل مؤسسة مهما كانت طبيعة نشاطاتها إلى معرفة و تحليل الظواهر المحيطة بها، و العوامل المؤثرة فيها، و التنبؤ بقيمتها في المستقبل. و لبلوغ ذلك يجب دراسة و تحليل معطيات الفترات السابقة لهذه الظواهر قصد تحديد مساراتها و اتجاهها العام بشرط أن تكون كل المعطيات مرتبطة بفترة زمنية أو بتاريخ معين (سنة، شهر، أسبوع،....)

1.1 تعريف السلسلة الزمنية: يمكن تعريف السلسلة الزمنية كما يلي:

* " مجموعة من المشاهدات أو القياسات التي تأخذ إحدى الظواهر(الاقتصادية، الاجتماعية، الطبية، الطبيعية.....) على فترات زمنية متتابعة عادة ما تكون متساوية الطول. [1]

* " عبارة عن سلسلة من القيم المحققة في الماضي و المتميزة بالخصائص التالية :

- تتكون من قيم معلومة، محسوبة ومحققة فعلا
- أن تكون القيم متجانسة في وحدة الزمن.
- أن تكون القيم ذات دلالة إحصائية، أي أن تكوف المعطيات العددية كافية لتحليل الظاهرة المدروسة فكلما كانت السلسلة طويلة نسبيا، كلما كان التنبؤ أكثر دقة و ذلك حسب طبيعة المعطيات شهرية، فصلية أو سداسية. "[2]

* " مجموعة متتالية من القراءات.....x_1, x_2, x_3 تؤخذ عادة على فترات زمنية متساوية لإحدى الظواهر" [3]

و بصفة عامة يمكن تعريف السلاسل الزمنية على أنها عبارة عن مجموعة من المشاهدات والبيانات الرقمية لمتغير واحد أو مجموعة من المتغيرات، مأخوذة خلال فترة زمنية متتابعة، وذات

---

[1] شعراوي س م، " مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية"، مركز النشر العلمي، جدة، 2005، ص:5

[2] Khaldi khaled, « Méthodes statistiques : rappels de cours exercices corrigés », Office des publications universitaires, Alger, 2017, p :81

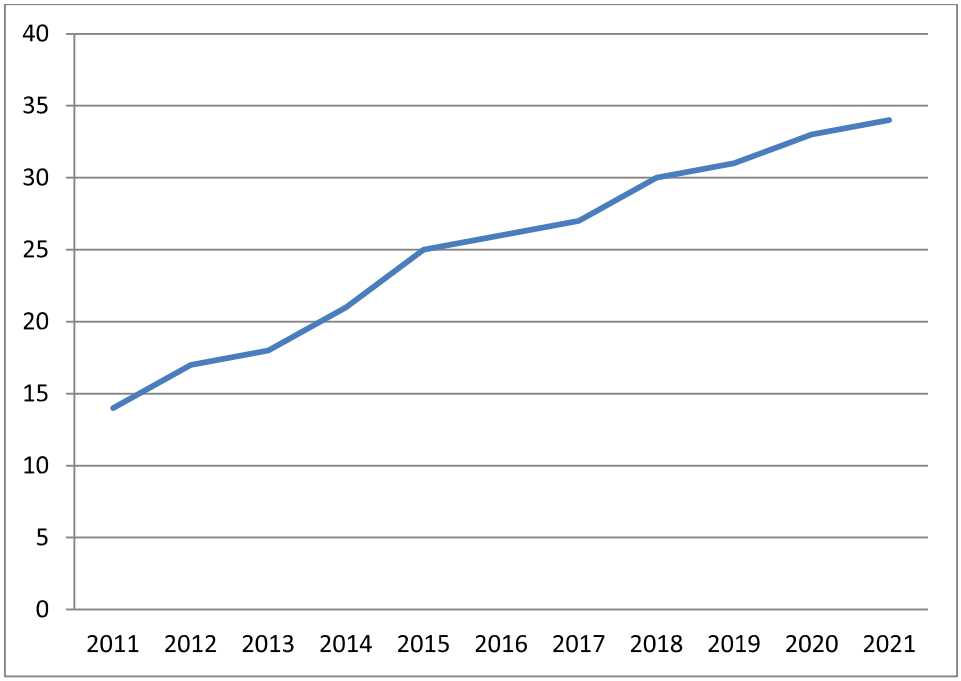
[3] رجال السعدي، " أسس استخدام جدول التشابك في التنبؤ بهيكل التعليم في الجزائر"، رسالة ماجيستير، معهد العلوم الإقتصادية، جامعة قسنطينة، 1984، ص: 37

أبعاد متساوية، حيث يعتبر الزمن المتغير المستقل، أما الظاهرة المدروسة فتعتبر متغير تابع. و يرمز لمشاهدات السلسة الزمنية بـ :y $(y_1; y_2;...y_n)$ أما الفترات الزمنية يرمز لها ب : t $(t_1;... ; t_n)$ وبما أن y متغير تابع و t متغير مستقل، فيمكن التعبير عن السلسلة الزمنية بالمعادلة التالية: $y= f(t)$.

2.1 التمثيل البياني للسلسة الزمنية:

لدينا الجدول التالي الذي يمثل إنتاج كميات من السلع الاستهلاكية خلال الفترة الممتدة من 2011 إلى 2021:

السنوات	الإنتاج (طن)
2011	14
2012	17
2013	18
2014	21
2015	25
2016	26
2017	27
2018	30
2019	31
2020	33
2021	34



3.1 أهداف تحليل السلسلة الزمنية:

السلاسل الزمنية تسمح بتحديد الوضع الإحصائي لظاهرة ما، مع تقليل التقلبات الغير المرغوب فيها و هذا ما يمكّننا من التحليل الاقتصادي[1].

1.3.1 إعداد التوقعات:

أكثر المشاكل المطروحة على مسيري أي فرع إنتاجي أو مؤسسة هو معرفة وقت، و كيفية تنشيط الفرع الإنتاجي، و من بين المقاييس المستعملة لإعداد التقديرات هو الاتجاه العام أو المعدل السنوي للنمو، و هذا يكون حسب الفترة التي يتم عليها الدراسة:

✓ **التقدير للفترة متوسطة الأجل:** إن استعمال الاتجاه العام خلال فترة تمتد على خمس سنوات مثلا يعطي:

- فكرة عن الطاقات المطلوبة إذا استمر النمو على نفس الوتيرة السابقة خلال الفترة المغطاة.

[1] خواني ليلى، " أساليب و نماذج التنبؤ بالطلب على خدمات الإتصالات السلكية و اللاسلكية في الجزائر"، أطروحة دكتوراه كلية العلوم الإقتصادية و التسيير، جامعة أبوبكر بلقايد تلمسان، 2011، ص: 72

- فكرة عن إسراع أو إبطاء النمو و ذلك من خلال تقديرات الاتجاه العام للسنوات محل الدراسة، و عليه فإن معدل الزيادات أو الانخفاضات في الماضي يشكل مرجعا يستدعي تصحيحات حسب الظروف، و هذا ما يمكّن من أخذ قرارات سليمة.

✓ **التقدير للفترة الطويلة**: تمتد من 15 إلى 20 سنة، فمعدل النمو الملاحظ في الماضي يكون مبررا أكثر عندما يكون التقدم التقني سريع، و على هذا تستعمل أنظمة أخرى للتقدير من أجل تصحيح النتائج التي نحصل عليها على مستوى الفرع الإنتاجي.

2.3.1 تحديد الوضع الإحصائي لمشروع ما:

تحديد الوضع الإحصائي لنمو الظاهرة المراد دراستها يمكن اعتباره كمرجع، و ذلك ببناء نموذج إحصائي بعد حساب الاتجاه العام، و التغيرات الموسمية بضربها الواحد بالأخر، مع إهمال التقلبات الدورية، و العشوائية. فهذا النموذج الإحصائي يتيح لمسيري المشروع مقارنة التصرف العالي لمشروعها، فإذا تبين أن حجم المبيعات أكبر من النموذج، فتعتبر هذه الزيادة ناتجة عن ظروف دورية أو ظرفية (عشوائية).

3.3.1 حل مشاكل المراقبة:

من النتائج المهمة لتحليل السلاسل الزمنية هو قياس التقلبات الموسمية، فمبيعات سلعة معينة مثلا تعرف تزايد في بعض الفصول و تباطؤ في فصول أخرى، فمن هذه الملاحظة يجب أن توزع مبيعات السنة القادمة بين كل الفصول بالشكل الذي يتوافق مع التقلبات الموسمية.

فنظام المراقبة يتمثل في تحديد الهدف ألا و هو إعداد مخطط لتنفيذه، مثلا تكون قرارات الإنتاج تسمح بوجود كميات متوفرة في كل فصول مع تخفيض تكاليف الإنتاج و التخزين إلى أدنى ما يمكن.

4.3.1 تقليل من التقلبات غير المرغوب فيها:

النشاط الاقتصادي يتأثر بالتقلبات الموسمية، فإذا أمكن قياس حجم و طبيعة هذه الأخيرة فتقدر الظاهرة أو المشكلة بشكل صحيح، و تحظى هذه الطريقة نجاحا إذا فصلت المركبة الموسمية عن الاتجاه العام، و عن المركبة الدورية.

تحليل السلاسل الزمنية في هذه الحالة يقلل من التقلبات الغير المرغوبة فيها، و يساعد الاقتصاديون في تحليل الوضع الإحصائي للنشاط الاقتصادي بصفة عامة، و تجنب النتائج الخطيرة حتى تتمكن السلطات العامة بالتدخل بغية تنظيم النشاط الاقتصادي.

5.3.1 التحليل الاقتصادي:

إن تحليل السلاسل الزمنية يمكّن الاقتصاديون الإحصائيين من معرفة حركة النمو للظاهرة، و ذلك بدراسة الدورات، و القوى التي تنتجها، وقد اكتشف الباحثون مختلف الدورات سواء كانت قصيرة أو متوسطة أو طويلة قصد توضيح التسلسل الذي تنتج عنها هذه الدورات.

2. مركبات السلسلة الزمنية:

دراسة السلاسل الزمنية يتطلب تحليلها إلى عناصرها المختلفة لمعرفة مقدار كل منها، و اتجاهاتها و علاقاتها بعضها ببعض حتى يمكن الإستفادة منها من قبل متخذ القرار في التنبؤ بقيمة الظاهرة في المستقبل. و هذا ما يتأتى من دراسة الأحوال و العوامل المختلفة التي أثرت على الظاهرة قيد الدرس خلال تلك الفترة الزمنية.

تسمى أيضا بمكونات السلسلة الزمنية، لذلك و لتحديد طبيعة السلسلة (دورية، موسمية،..) يتم إعداد تمثيل بياني للسلسة الزمنية، وعند إيصال النقاط ببعضها البعض، يتجلى لنا طبيعة السلسة الزمنية التي قد تأخذ طبيعتها عدة تغيرات أو مركبات منها:

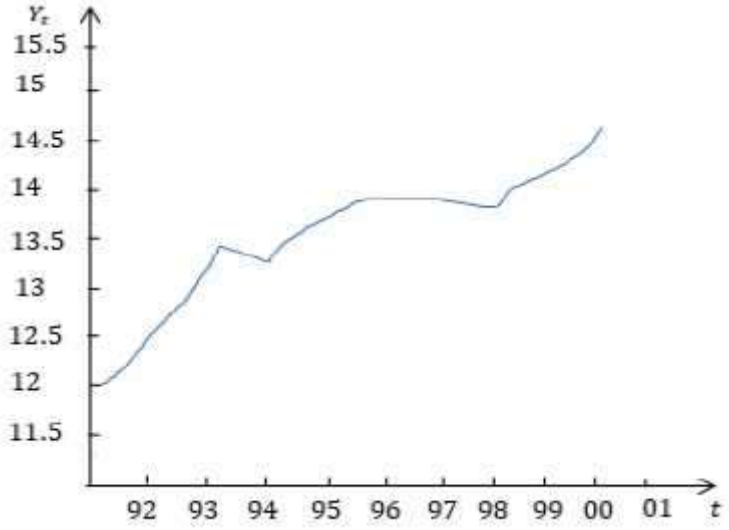
1.2 الاتجاه العام (secular trend): و يرمز له ب : **T**

يسمى أيضا بالتغيرات الاتجاهية ولفظ الاتجاه العام يرتبط بالاتجاه الذي تأخذه السلسة الزمنية خلال فترة طويلة من الزمن، بالإضافة أنه ليس من الضروري أن يكون هذا الاتجاه العام بشكل معين ثابت، ولكن الفكرة العامة تعني أن هناك حركة دائمة في اتجاه معين: أعلى أو أسفل، على اليمين أو اليسار، هذا يعني سواء يكون متناقص أو متزايد.

فالاتجاه العام للظاهرة في المدى الطويل يكون تصاعديا (أي اتجاه موجب) يتزايد بطبيعته على مدار الزمن، كعدد السكان في كثير من الدول النامية، و استهلاك الكهرباء ....إلى غير ذلك. أما الاتجاه السالب يخص الظواهر التي تتناقص على مدار الزمن كاقتناء السلع الآخذة في الانقراض بفضل التجديد و اختراع سلع أخرى بديلة، كالتلفزيونات غير الملونة، بالإضافة إلى الاختفاء التدريجي للظاهرة مثل الخيول في المدن الكبيرة و التي حلت محلها السيارات كوسيلة النقل.

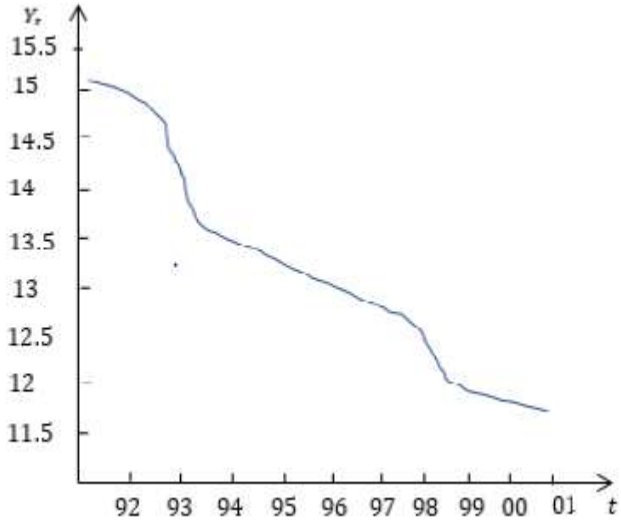
ويتضح من هذه الأمثلة أن هذه التغيرات تمت بصفة تدريجية و استغرقت وقتا طويلا قد يصل مثلا إلى قرن، ومن هنا تتخلى مهمة الإحصائي عند دراسته للاتجاه العام في محاولته الوصول إلى قاعدة تمكنه من وصف سير الظاهرة في الظروف العادية و كذا قياس مقدار الانحرافات تمهيدا لمعرفة أسبابها.

الشكل(3): سلسلة زمنية ذات اتجاه عام موجب



المصدر: رملي محمد، مرجع سابق ذكره، ص: 10

الشكل(4): سلسلة زمنية ذات اتجاه عام سالب



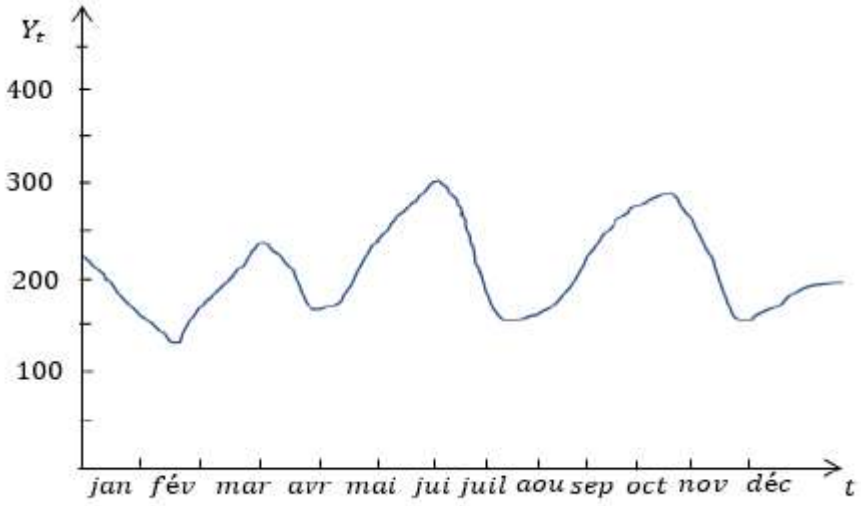
المصدر: رملي محمد، مرجع سابق ذكره، ص: 10

2.2 التغيرات الموسمية (seasonal): و يرمز لها ب : **S**

تسمى أيضا بالتغيرات الفصلية، ولفظ موسم نعني به الوحدات الزمنية أقل من سنة، فقد تكون ساعة، يوم، أسبوع، شهر، ثلاث أشهر، أربعة أشهر، ستة أشهر،...

هي متغيرات متشابهة في مسار سلوكها، والتي تظهر في فترات زمنية منتظمة ومحددة بصفة متعاقبة، تتأثر بعامل الموسمية كالأعياد، يوم الجمعة، الدخول المدرسي، الفصول الأربعة، مثلا كاستهلاك الغاز بكثرة في فصل الشتاء، استهلاك المرطبات في فصل الصيف...

الشكل(5): سلسلة زمنية ذات مركبة موسمية



المصدر: رملي محمد، مرجع سابق ذكره، ص: 10

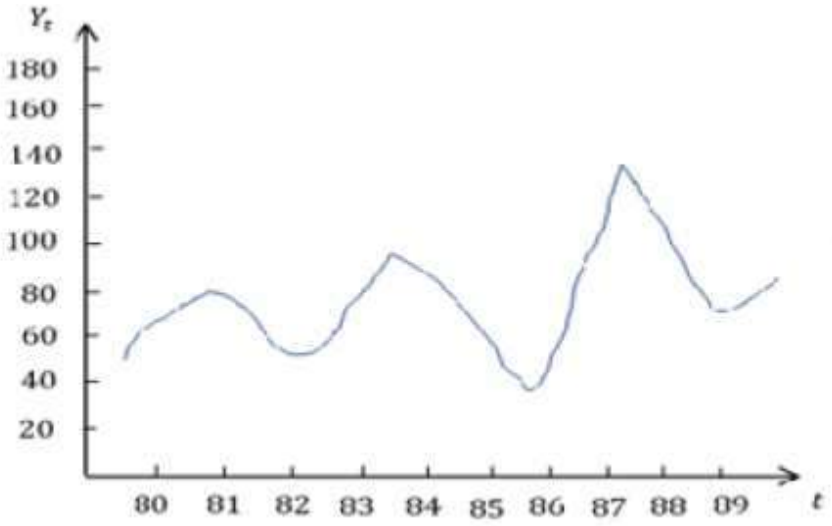
3.2 التغيرات الدورية (Cyclical): و يرمز لها ب : **C**

تسمى أيضا بالتغيرات الدورية، تشبه التغيرات الموسمية أي منتظمة، لكن تخص الوحدات الزمنية أكثر من سنة (فترة طويلة)، أي على فترات متباعدة تمتد إلى عشرات السنين. و هذه التغيرات من الصعب التنبؤ بها، و لكن تعتمد على دورة المعاملات الإقتصادية في الدولة و التي قد تختلف من دولة إلى أخرى.[1] و قد تختلف داخل الدولة الواحدة من قطاع اقتصادي إلى أخر و حتى من منظمة إلى

[1] حامد الشمرتي، مؤيد الفضل، " الأساليب الإحصائية في اتخاذ القرار"، دار مجدلاوي للنشر و التوزيع، الأردن، 2005، ص:179

أخرى. و خير الأمثلة على مثل هذه المتغيرات الدورية حدوث حالات الكساد و الانتعاش أو الرواج ثم الركود وقد تمتد الدورة من ثمان إلى عشرة سنوات أو أكثر، و ذلك تبعا للظروف الداخلية و الخارجية المحيطة. لذلك فطول الدورة هو تلك الفترة التي تمضي قبل أن تستعيد الظاهرة حالتها العادية.

الشكل(6): سلسلة زمنية ذات مركبة دورية



المصدر: رملي محمد، مرجع سابق ذكره، ص: 11

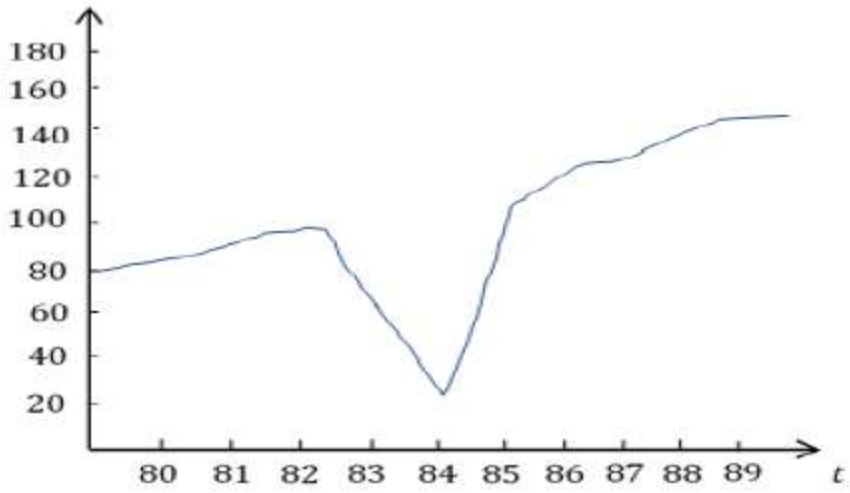
4.2 التغيرات العرضية أو الفجائية (Irregular): و يرمز لها ب : **I**

هي التي تحدث نتيجة أسباب عرضية أو طارئة وهذه التغيرات يمكن تقسيمها إلى قسمين:

* قسم يعتمد على عامل الصدفة البحتة ويطلق عليه التغيرات العشوائية، وذلك يحدث تغيرات في السلسلة لا يمكن التنبؤ بها، فتارة تكون في اتجاه وأخرى تكون في اتجاه آخر بصورة عشوائية تماما.

* قسم يعتمد على عوامل فجائية طارئة ولكن قوية تظهر من وقت لآخر مثل الحروب أو الزلازل والكوارث الفجائية والأوبئة.

الشكل(7): سلسلة زمنية ذات مركبة عرضية



المصدر: رملي محمد، مرجع سابق ذكره، ص: 11

3. الفروض الأساسية تحليل السلاسل الزمنية:

إن الهدف من التحليل السلاسل الزمنية هو فصل مكوناتها الرئيسية للحركة الاقتصادية حتى تبرز التغيرات النوعية و يمكن قياس تأثيرها الخاص، كما يستخدم كل من نموذج حاصل الجمع و نموذج حاصل الضرب كتقريب جيد للعلاقة الحقيقية بين عناصر و مكونات السلسلة التي تظهرها البيانات كما توجد علاقة بين هذه المركبات، هذه العلاقة يمكن أن تكون: تجميعية، جدائية و مختلطة.

يتطلب تحليل السلسلة الزمنية صياغة نموذج رياضي يمثل السلسلة المعطا ة. و قد طور الأخصائيون عدة نماذج رياضية تربط بين قيم المشاهدات، و قيم المركبات المختلفة للسلسلة الزمنية.

إن قيم المشاهدة **Yt** في لحظة زمنية **t** هي بدلالة المكونات السابقة الذكر (اتجاه عام، موسمية، عرضية، دورية) . و تكتب العلاقة بينهم كالأتي: $Yt = f(T_t, S_t, C_t, I_t)$. و مع استبعاد الدورات لأنها في الغالب تحدث في السلاسل الزمنية الطويلة جداً نكتب: : $Yt = f(T_t, S_t, I_t)$. و يمكن تمثيل هذه الدالة بالنماذج التالية[1]:

- **تجميعية**: أي: $y = T + C + S + I$

- **جدائية**: أي: $y = T.\ C.\ S.\ I$

[1] حامد الشمرتي، مؤيد الفضل، مرجع سابق ذكره، ص: 182

- **مختلطة**: أي: $y = T. C+ S+ I$ أو $y = T+ C. S. I$

1.3 النموذج التجميعي:

حيث يفترض أن قيمة الظاهرة (المشاهدة) في أي نقطة زمنية هي حاصل جمع المركبات الأربعة أي أن: $Y = T+ C+ S+ I$. و يستعمل هذا النموذج إذا فرضنا أن وحدة قياس جميع المركبات متشابهة و تشابه وحدة قياس المشاهدات Y، و يحدث ذلك أيضًا عندما نريد أن نقدر قيم المركبات لا نسبها. و عند استعمال هذا النموذج يجب أن يكون بالإمكان فرض أن جميع المركبات مستقل بعضها عن بعض، بمعنى أن حدوث إحداها لا يؤثر في حدوث المركبات الأخرى . و في هذا النموذج يجب أن يكون مجموع قيم المركبة الفصلية على مدار السنة مساويا صفرًا.[1]

2.3 النموذج الضربي:

هو النموذج الذي يفترض أن قيمة الظاهرة (المشاهدة) عند أي نقطة زمنية يساوي حاصل ضرب المركبات الأربعة أي أن: $Y = T. C. S. I$

و يستعمل هذا النموذج غالبًا في الحالات التي تكون فيها المركبات **S, C, I** معطاة أو مطلوبة على صورة نسب مئوية، وذلك من أجل أن تكون وحدات قياس **T** هي نفس وحدات قياس **Y**.

و من صفات النموذج أنه يستخدم في الحالات التي يمكن أن نفرض فيها أن المركبات الأربعة يؤثر بعضها في بعض على الرغم من أن مصادر حدوثها تكون مختلفة.

و من أمثلة السلاسل التي يصلح لها النموذج الضربي سلسلة كميات المبيعات من سلعة معينة، لأنه يبدو أن هناك تأثيرا واضحًا للمركبات فيما بينها[2].

3.3 النموذج المختلط:

نجد في حالة التشكل المختلط علاقة تجميعية و جدائية في نفس السلسلة الزمنية و تكتب كالأتي:

$Y = T. C+ S+ I$ أو $Y = T+ C. S. I$ [3]

فتحليل السلسلة الزمنية إلى مركباتها الأساسية يعتبر مفيد من الناحية الو صفية و التحليلية بشرط أن تكون هذه المركبات مستقلة .كما أنه يمدنا بتقريب أولي يمكن استخدامه في التنبؤ. لكن هذا

---

[1] جاك لوكايون، كريستيان لابروس، " الإحصاء الوصفي"، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1988، ص: 278

[2] جاك لوكايون، كريستيان لابروس، مرجع سابق ذكره، ص: 279

[3] Regis Bourbonnis, Michel Tirraza, « Analyse des séries temporelle en économie », PUF, 1998, P : 18

الافتراض قد يكون غير واقعي لأن حدوث أي تغير عرضي كالكوارث الطبيعية يؤثر على مركبات السلسلة الزمنية.

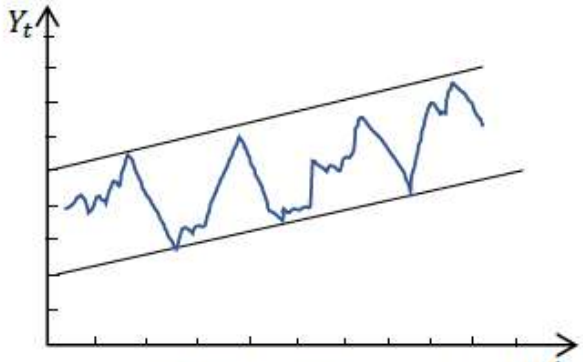
يمكن معرفة طبيعة النموذج عن طريق حساب المتوسط الحسابي و الإنحراف المعياري للسلسلة، فإذا كان هذين الأخيرين ثابتين في وحدة الزمن فإن السلسلة تشكل نموذجا تجميعيا. و إذا كلن غير ذلك فالسلسلة تشكل نموذجا جدائيا. و عند إدخال اللوغاريتم على النموذج الجدائي أو النموذج المختلط نحصل على نموذج تجميعي عادي.

توجد طريقتين لتحديد العلاقة بين مركبات السلسلة الزمنية:

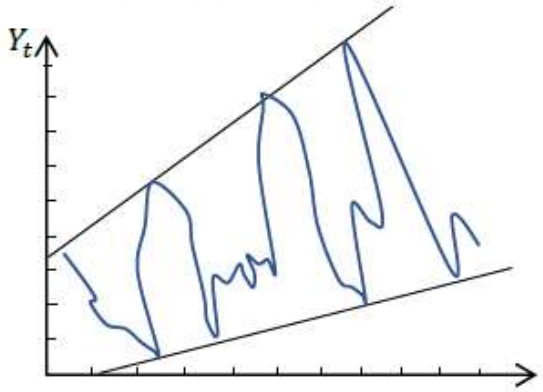
أ. الطريقة البيانية:

تكون السلسلة الزمنية من نوع الحالة التجميعية لما تنحصر ذبذباتها بين خطين متوازيين، أي أن هذه الهزات ثابتة الشدة. بينما السلسلة الزمنية من نوع الحالة الجدائية فتكون ذبذباتها غير ثابتة الشدة، أي تباين متزايد أو متناقص و تكون محصورة بين خطين يشكلان زاوية منفرجة. [1]

الشكل 8: الحالة التجميعية



الشكل 9 الحالة الجدائية



المصدر: (حشمان، 1998، صفحة 36)

أما الحالة المختلطة فهي أصعب حالة لا يمكن معرفتها.

ب . الطريقة الانحدارية (معادلة الانحدار):

نقوم بالاستناد على طريقة المربعات الصغرى التي تعطي الصيغة العامة ل $\hat{a}$:[2]

[1] صلاح الدين كروش، مرجع سابق ذكره، ص: 62
[2] مولود حشمان، مرجع سابق ذكره، ص: 54

$$\hat{a} = \frac{\sum_{i=1}^{m} \sigma_i \bar{Y}_i - \bar{m}\bar{\sigma}\bar{\bar{Y}}}{\sum_{i=1}^{m} \bar{Y}_i^2 - m\bar{\bar{Y}}^2}$$

- إذا كان: $\widehat{a} < 0.05$ فإن السلسلة الزمنية تجميعية.
- إذا كان: $\widehat{a} > 0.1$ فإن السلسلة الزمنية جدائية.
- إذا كان: $0.1 \leq \widehat{a} \leq 0.05$ فإن السلسلة الزمنية مختلطة.

4. طرق الكشف عن مركبات السلسة الزمنية:

هناك طريقتين مختلفتين للكشف عن مركبات السلسة الزمنية، تتمثل الطريقة الأولى في الطريقة البيانية، أما الطريقة الثانية فتتمثل في استعمال الطريقة التحليلية من خلال الاختبارات الرياضية.

1.4 الطريقة البيانية:

ان استعمال هذه الطريقة يتطلب دقة كبيرة في عرض بينات السلسلة الزمنية، و نهتم في هذه المرحلة بدراسة و تحليل الظروف التي تولدت عنها هذه السلسلة الزمنية. التمثيل البياني لمشاهدات السلسلة الزمنية يعكس مركباتها الأساسية بشكل أوضح، و لهذا فانه إذا كان ميل اتجاه السلسلة الزمنية موجبا فانه يدفع الاتجاه نحو الأعلى وإذا كان سالبا فانه يدفع به نحو الأسفل هذا يدل على وجود مركبة الإتجاه العام. بينما المركبة الفصلية أو الدورية، فمن خلال العرض البياني لهما يكون على شكل قمم أو نتوءات بشكل منتظم، شريطة أن الفترة الزمنية تكون شهر، فصل .....أو سنوات بالنسبة للمركبة الدورية. بينما تتمثل المركبة العشوائية في تلك التذبذبات التي تشوش سلوك المركبات المنتظمة و تطبعها بصبغة عشوائية، و الأشكال السابقة توضح ذلك.[1]

2.4 الاختبارات الإحصائية:

في كثير من الحالات لا يكون التمثيل البياني كافيا للكشف عن مركبة السلسلة الزمنية مما يستلزم استعمال الأدوات الإحصائية والتي بدورها تنقسم إلى قسمين:

1.2.4 الاختبارات الحرة:

[1] رملي محمد، مرجع سابق ذكره، ص: 12

سميت بالاختبارات الحرة لأن المتغير العشوائي لا يخضع بالضرورة لأي توزيع احتمالي، إذا فهي حرة التوزيع، و لا تتطلب أي فرضية حول التوزيع الاحتمالي للخطأ، فهي تعتمد على القوانين فقط. علما أنه من فرضيات طريقة المربعات الصغرى الإعتيادية **OLS** أن المتغير العشوائي يخضع إلى التوزيع الطبيعي.[1]

هذه الاختبارات هي سهلة في حساباتها إلا أنه يعاب على ضعفها في الكشف عن مركبات السلسلة الزمنية.، و في هذه المجموعة سنحاول ترتيب هذه المقاييس حسب الأفضلية الممكنة.

2.2.4 الاختبارات الغير حرة:

هي الأدوات التي تخضع إلى التوزيعات الإحصائية الشهيرة

5. الكشف عن مركبة الاتجاه العام:

1.5 الاختبارات الحرة (اللابرامترية):

1.1.5 اختبار التوالي (تعاقب الإشارات):

يستخدم هذا الاختبار لكشف مدى عشوائية السلسلة الزمنية، لهذا يدعى في غالب المراجع الإحصائية باختبار العشوائية وهو يستعمل في التحقق من وجود مركبة الاتجاه العام للسلسلة الزمنية، وتوضع فرضياته كالآتي:[2]

H_0: سلسلة عشوائية (لا يوجد مركبة الاتجاه العام)

H_1: سلسلة ذات مركبة الاتجاه العام.

خطوات إجراء هذا الاختبار هي كالآتي:

1- ترتيب مشاهدات السلسلة الزمنية ترتيب تصاعدي.

2- حساب الوسيط، و هي المشاهدة المقابلة للرتبة **m** في السلسلة المرتبة تصاعديا كالآتي:

* إذا كان عدد المشاهدات **T** فردي فإن:

$m = \frac{T+1}{2}$، وبالتالي الوسيط $M_e = y_m$

إذا كان عدد المشاهدات **T** زوجي فإن:

$m = \frac{T}{2}$، و الوسيط: $M_e = (y_m + y_{m+1}) / 2$

[1] جلاطو ج، " الاحصاء التطبيقي مع تمارين و مسائل محلولة"، دار الخلدونية، الجزائر، 2007، ص:147

[2] مولود حشمان، مرجع سابق ذكره، ص، 31

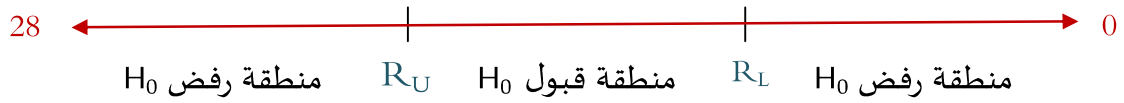
(حيث y يمثل شعاع المشاهدات، مرتبة ترتيبا تصاعديا، وتصبح m دليلها).

3- إعطاء إشارة سالبة للقيم الأصغر من M_e وموجبة للقيم الأكبر من M_e.

4- حساب R الممثل لعدد مرات توالي الإشارة من الموجب إلى السالب أو العكس.

5- اتخاذ القرار:

* إذا كان **m≤20**، يتم رفض أو قبول الفرضية وفقا للمخطط التالي:[1]



حيث R_L و R_U تمثل القيم الحرجة الجدولية الدنيا والعليا و المقابلة للرتبة **m** (حسب جدول القيم الحرجة لاختبار R)

الجدول (1): جدول القيم الحرجة

R_U	R_L	m	R_U	R_L	m
19	8	13	10	2	5
20	9	14	11	3	6
22	10	15	13	3	7
23	11	16	14	4	8
25	11	17	15	5	9
26	12	18	16	6	10
27	13	19	17	7	11
28	14	20	17	7	12

المصدر: مولود حشمان، مرجع سابق ذكره، ص: 241

* إذا كان: **m>20** يتم حساب Z المحسوبة حسب العلاقة التالية:

$$|Z| = \frac{R - \mu R}{\sigma R}$$

[1] مولود حشمان، مرجع سابق ذكره، ص: 32

مع العلم أن:

$$\mu_R = m+1 \qquad \sigma_R = \sqrt{\frac{m(m+1)}{2m-1}}$$

* إذا كانت $|Z| > Z_{\alpha/2}$: فيتم رفض الفرضية H_0 أي السلسلة ليست عشوائية، أي وجود مركبة الاتجاه العام.

* إذا كانت $|Z| < Z_{\alpha/2}$: فيتم قبول الفرضية H_0 أي السلسلة الزمنية عشوائية، و لا وجود لمركبة الاتجاه العام.

$Z_{\alpha/2}$ هي Z الجدولية في غالب الأحيان تساوي **1.96** عند مستوى معنوية α=5% (القيمة الموجودة في جدول التوزيع الطبيعي المعياري).

مثال 1: لدينا الجدول التالي الذي يمثل استهلاك منتوج بريطاني خلال المدة الزمنية التالية:

الزمن	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
المشاهدات	155	158	163	171	153	156	162	172	162	164	173	181

- اختبر وجود أو عدم وجود مركبة الاتجاه العام باستخدام اختبار التوالي.

الحل:

1- ترتيب المشاهدات ترتيبا تصاعديا:

الزمن	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
المشاهدات	153	155	156	158	162	162	163	164	171	172	173	181

2- حساب الوسيط:

بما أن عدد المشاهدات T زوجي، فإن:

$$m = T/2 \Rightarrow m = 6$$

وبالتالي الوسيط يصبح:

$$Me = \frac{Ym+Ym+1}{2} = \frac{Y6+Y7}{2} = \frac{162+163}{2}$$

$$\Rightarrow Me = 162.5$$

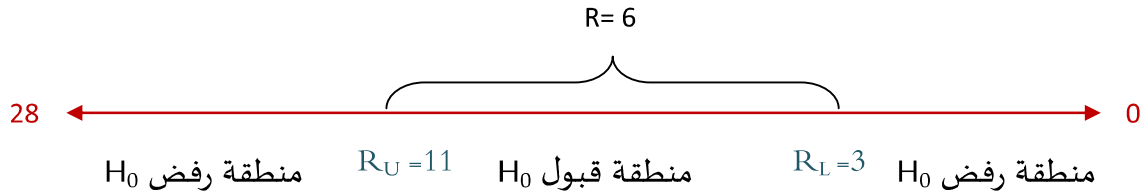
3- إعطاء إشارة سالبة للقيم أقل من Me و موجبة للقيم أكبر من Me (ليس من الجدول المرتب بل من الجدول الأصلي)

181	173	164	162	172	162	156	151	171	163	158	155	Me= 162.5
+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	الإشارة

4- حساب R: (عدد مرات اختلاف الإشارة) R = 6

5- اتخاذ القرار: حسب جدول القيم الحرجة لاختبار R، نجد أنه عند:

$m = 6 \Rightarrow R_L = 3$ و $R_U = 11$



بما أن **R = 6** موجودة في منطقة القبول H_0، هذا يعني أن السلسلة عشوائية، أي لا يوجد لأي مركبة اتجاه عام.

مثال 2: لدينا الجدول التالي:

السنة	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
المشاهدة	18.66	19.24	19.86	19.90	19.98	20.21	20.47	20.5	21.80	12.90	13.12	13.50	13.93
1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
14.50	14.78	14.92	15.30	15.90	16.20	16.84	17.20	18.53	19.5	19.75	19.97	20.15	20.63
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
21.23	22.53	24.63	25.71	26.53	27.27	27.93	28.05	29.33	30.5	31.72	32.43	33.33	34.42

- اختبر وجود مركبة الاتجاه العام باستخدام اختبار التوالي.

الحل:

1- ترتيب المشاهدات ترتيبا تصاعديا.

18.53	17.20	16.84	16.20	15.90	15.30	14.92	14.78	14.50	13.93	13.50	13.12	12.90
20.63	20.50	20.47	20.21	20.15	19.98	19.97	19.90	19.86	19.75	19.50	19.24	18.66
32.43	31.72	30.50	29.33	28.05	27.93	27.27	26.53	25.71	24.63	22.53	21.23	21.80
											34.42	33.33

2- حساب الوسيط:

بما أن عدد المشاهدات T هو فردي، فإن: $m=\frac{T+1}{2}=\frac{41+1}{2}\Rightarrow m=21$

وبالتالي الوسيط: $Me=y_m=y_{21}\Rightarrow Me=19.98$

3- إعطاء الإشارة السالبة للقيم أقل من Me وموجبة للقيم أكبر من Me.

++++++++++++++++++----------+++++----

4- حساب R:

بنا أنه يوجد أربع تغيرات، فإن: R=4

5- اتخاذ القرار:

بما أن: m> 20 فيجب في هذه الحالة حساب $|Z|$:

$$|Z|=\frac{R-\mu R}{\sigma R}=\frac{R-(m+1)}{\sqrt{\frac{m(m+1)}{2m-1}}}=\frac{4-(21+1)}{\sqrt{\frac{21(21+1)}{2(21-1)}}}\Rightarrow |Z|=|-5.36|$$

بما أن $Z_{\alpha/2}$ الجدولية تساوي 1.96، فإنها أصغر من Z المحسوبة

$|Z|>Z_{\alpha/2}$ وبالتالي رفض الفرضية العديمة، أي عدم وجود سلسلة عشوائية، وبالتالي: ثبات وجود مركبة الاتجاه العام.

2.1.5 اختبار نقطة الانعطاف:

تعني عدد مرات صعود و نزول المنحنى، حيث الإشارة الموجبة تعني الصعود والإشارة السالبة تعني النزول. يهتم هذا الاختبار بعدد مرات تغير الإشارة من موجب الى سالب او العكس من خلال حساب الفروقات من الدرجة الأولى $\Delta Y= Y_t - Y_{t-1}$. إذا كانت السلسلة الزمنية عشوائية دون اتجاه عام، فان توزيع عدد مرات تغير الإشارة يكون تقريبا طبيعيا حتى بالنسبة الى العينات الصغيرة مما يمكن الاستعانة بجدول التوزيع الطبيعي لاستخراج القيم الطبيعية. تصاغ فرضياته كالتالي:[1]

H_0: سلسلة عشوائية (لا يوجد اتجاه عام)

H_1: يوجد مركبة الاتجاه العام

خطوات إجراء هذا الاختبار هي كالآتي:

1- حساب الفروق من الدرجة الأولى للسلسلة الزمنية: ΔY_t ($\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$)

2- أعطاء إشارة موجبة للفروق الموجبة و السالبة للفروق السالبة.

3- حساب **U** و هو عدد مرات تغير الإشارة في ΔY_t

4- اتخاذ القرار: يتم رفض الفرضية H_0 إذا كانت: $|Z| > Z_{\alpha/2}$ حيث:

$$|Z| = \frac{U - \mu u}{\sigma u}$$

مع العلم أن:

$$\sigma u = \sqrt{\frac{16T-29}{90}} \qquad \mu_u = \frac{2(T-2)}{3}$$

يستخدم هذا الاختبار إلا في حالة عدد المشاهدات أكبر من **10 (T >10)**

[1] صلاح الدين كروش، مرجع سابق ذكره، ص: 58

مثال: (نفس المثال الأول)

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	t
181	173	164	162	172	162	156	153	171	163	158	155	y_t
8	9	2	-10	10	6	3	-18	8	5	3	___	Δy_t
+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	___	الإشارة

من الجدول نجد: **T=12 ; U=5**

$$|Z| = \frac{U-\mu u}{\sigma u} = \frac{U-(\frac{2(T-2)}{3}}{\sqrt{\frac{16T-29}{90}}} \Rightarrow |Z| = \frac{5-(\frac{2(12-2)}{3}}{\sqrt{\frac{16(12)-29}{90}}}$$

$|Z| = 1.23$

بما أن: $|Z| < Z_{\alpha/2}$ أي: $1.23<1.96$ أي قبول الفرضية العديمة، و بالتالي: السلسلة الزمنية عشوائية. يعني عدم وجود مركبة الإتجاه العام.

3.1.5 اختبار الإشارة:

يعتمد اختبار الإشارة (V) على إشارات الفروق من الدرجة الأولى من موجبة و سالبة، كما يفترض التوزيع العشوائي للمعطيات. يتم صياغة فرضياته كالآتي:[1]

H_0: سلسلة عشوائية

H_1: وجود مركبة الاتجاه العام

خطوات إجراء هذا الاختبار هي كالآتي:

1- تحديد عدد الفروق الموجبة **V** وعدد الفروق الغير صفرية **n**

2- لا يمكن متابعة الاختبار إلا إذا كانت **$n \geq 20$**

3- اتخاذ القرار: يتم رفض الفرضية **H_0** إذا كانت **$|Z| > Z_{\alpha/2}$**

[1] مولود حشمان، مرجع سابق ذكره، ص: 39

$$|Z| = \frac{V - \mu v}{\sigma v}$$

مع العلم أن:

$$\mu_v = \frac{n}{2} \qquad \sigma v = \sqrt{\frac{n}{4}}$$

مثال: لدينا الجدول التالي:

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
y_t	10	19	64	32	4	12	12	68	29	7	18	60	36	6	11	64	50	11	19	69	20	9	20	54	30

- اختبر وجود مركبة الاتجاه العام للسلسلة الزمنية.

الحل:

Δy_t	-	9	45	-32	-20	0	56	-39	-22	11	42	-24	-30	5	53	-14	-39	8	50	-49	-11	11	34	-24

*عدد الفروق الموجبة: V= 11

*عدد الفروق الغير صفرية: n= 22

بما أن: n≥20 نتابع الاختبار:

$$|Z| = \frac{V - \mu v}{\sigma v} = \frac{V - \frac{n}{2}}{\sqrt{\frac{n}{4}}} = \frac{11 - \frac{22}{2}}{\sqrt{\frac{22}{4}}} \Rightarrow |Z| = 0$$

بما أن: $|Z| < Z_{\alpha/2}$ يتم قبول الفرضية العديمة: أي أن السلسلة عشوائية (خالية من مركبة الاتجاه العام).

4.1.5 اختبار دانيال:

يعتبر أقوى الاختبارات الحرة، فهو يستعين بمعامل الارتباط الرتبي لسبيرمان، حيث يعتمد هذا المعامل على قياس الارتباط بين رتبتين.

و تصاغ فرضياته كالآتي:

H_0: سلسلة عشوائية

H_1: سلسلة ذات مركبة الاتجاه العام

و مراحل إجراء الاختبار هي كالآتي:[1]

1- ترتيب السلسلة تصاعديا.

2- تحديد رتب قيم السلسلة الزمنية التصاعدي **R** والزمني **t**.

3 حساب إحصاءة الاختبار بالعلاقة التالية: $r= 1- \frac{6\sum_{i=1}^{t} di^2}{T(T^2-1)}$

حيث: $\sum_{i=1}^{t} di^2$ يمثل مجموع مربعات الفرق بين الترتيب التصاعدي و الزمني: أي $d_i= (R_i-t)$،

حيث تتراوح قيمة **r** بين **1** و **1-**.

4- اتخاذ القرار: حيث يتم رفض الفرضية العديمة إذا:

* إذا كان عدد العينات صغير (T≤30): يتم رفض H_0 إذا كان: $|r| > r_{\alpha/2}$

* إذا كان عدد العينات كبير (T>30): يتم رفض H_0 إذا كان: $|Z| > Z_{\alpha/2}$

حيث:

$$|Z| = \frac{r-\mu r}{\sigma r}$$

و بما أن:

$$\mu_r = 0 \qquad \text{و} \qquad \sigma_r = \frac{1}{\sqrt{T-1}}$$

بالتعويض نجد:

$$|Z| = \frac{r}{\sigma r} \Rightarrow |Z| = r\sqrt{T-1}$$

[1] رملي محمد، مرجع سابق ذكره، ص: 15

مثال: نفس المثال 1، (T≤30)

1- ترتيب البيانات: من الأصغر إلى الأكبر

الرتبة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
المشاهدة	153	155	156	158	162	162	163	164	171	172	173	181
	1	2	3	4	5.5	5.5	7	8	9	10	11	12

2 - تحديد رتب قيم السلسلة الزمنية التصاعدي R و الزمني t. (بالرجوع للجدول الأصلي)

الرتبة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
المشاهدة	153	155	156	158	162	162	163	164	171	172	173	181
الرتبة R	2	4	7	9	1	3	6	10	5.5	8	11	12
d_i	-1	-2	-4	-5	4	3	1.5	-2	3.5	2	0	0
d_i^2	1	4	16	25	16	9	2.25	4	12.25	4	0	0

3- حساب احصاءة الاختبار:

نقوم بحساب $\sum di^2$:

$$\sum_{i=1}^{t} di^2 = 1 + 4 + 16 + \cdots + 0 \Rightarrow \sum_{i=1}^{t} di^2 = 93.5$$

$$r = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{t} di^2}{T(T^2-1)} = 1 - \frac{6\times 93.5}{12(12^2-1)} \Rightarrow r = 0.67$$

4- اتخاذ القرار:

من جدول القيم الحرجة لمعامل الارتباط لسبيرمان وعند مستوى معنوية α=5 % وعند t=12 نجد:

$r_{\alpha/2}$=0.5804 و r المحسوبة r=0.67 ، وبالتالي: $|r| > r_{\alpha/2}$

و بالتالي رفض الفرضية العديمة أي سلسلة زمنية ليست عشوائية، وبالتالي وجود مركبة الاتجاه العام.

مثال 2:

بافتراض توفر سلسلة زمنية ذات (75) مشاهدة، و بعد حساب معامل الارتباط r=0.51 ، المطلوب كشف مركبة الاتجاه العام عند مستوى معنوية $\alpha = 5\%$

بما أن: T=75 وهو T>30 نقوم بحساب Z

$$|Z| = r\sqrt{T-1} \Rightarrow |Z| = 0.51\sqrt{75-1} \Rightarrow |Z| = 4.35$$

ونعلم أن $Z_{\alpha/2}=1.96$ و بعد مقارنة $Z_{\alpha/2}$ الجدولية مع Z المحسوبة نجد: $|Z| > Z_{\alpha/2}$

أي رفض الفرضية العديمة وبالتالي سلسلة زمنية ليست عشوائية، بل وجود مركبة الاتجاه العام.

2.5 الاختبارات الغير حرة:

1.2.5 الطريقة البراميترية أو المعلمية:

يتم الكشف عن مركبة الاتجاه العام باستخدام الطريقة التالية، وهي تقدير معادلة الاتجاه العام، واختبار معنوية معلمة الاتجاه العام بالاعتماد على اختبار **student**، حيث تأخذ معادلة الاتجاه العام الشكل التالي:

$$Y_t = \hat{a} + \hat{b}t + \mathcal{E}_t$$

حيث $\hat{a}$ و $\hat{b}$ هي مقدرات a و b بينما $\mathcal{E}_t$ تمثل تقدير الأخطاء والتي تسمى البواقي، حيث يتم تقدير $\hat{a}$ و$\hat{b}$ بالعلاقات التالية:

$$\hat{b} = \frac{tiyi - T\bar{t}\bar{y}}{\sum_{i=1}^{T} t^2 - T\bar{t}^2}$$

أو

$$\hat{b} = \frac{\sum_{\iota=1}^{T}(t\iota - \bar{t})(y\iota - \bar{y})}{\sum_{\iota=1}^{T}(t\iota - \bar{t})^2}$$

$$\hat{a} = \bar{y} - \hat{b}\,\bar{t}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{T} yi}{T}$$

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^{T} ti}{T} \quad \text{أو} \quad \bar{t} = \frac{T+1}{2}$$

بعد استخراج معادلة الاتجاه العام، يتم اختبار معنوية المعلمات كل واحدة على حدا:

$$t_{\hat{b}} = \frac{\hat{b} - b}{S_{\hat{b}}}$$

$$t_{\hat{a}} = \frac{\hat{a} - a}{S_{\hat{a}}}$$

أما الانحراف المعياري $S_{\hat{a}}$ و$S_{\hat{b}}$ يحسب كالآتي:

$$S_{\hat{b}} = \sqrt{\frac{S_{\varepsilon}^2}{\sum_{i=1}^{T}(t_i - \bar{t})^2}}$$

$$S_{\hat{a}} = \sqrt{S_{\varepsilon}^2\left(\frac{1}{T} + \frac{\bar{t}^2}{\sum_{i=1}^{T}(ti - \bar{t})^2}\right)}$$

حيث تشير S_{ε}^2 إلى تباين البواقي:

$$S_{\varepsilon}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{T} \varepsilon_i^2}{T-K}$$

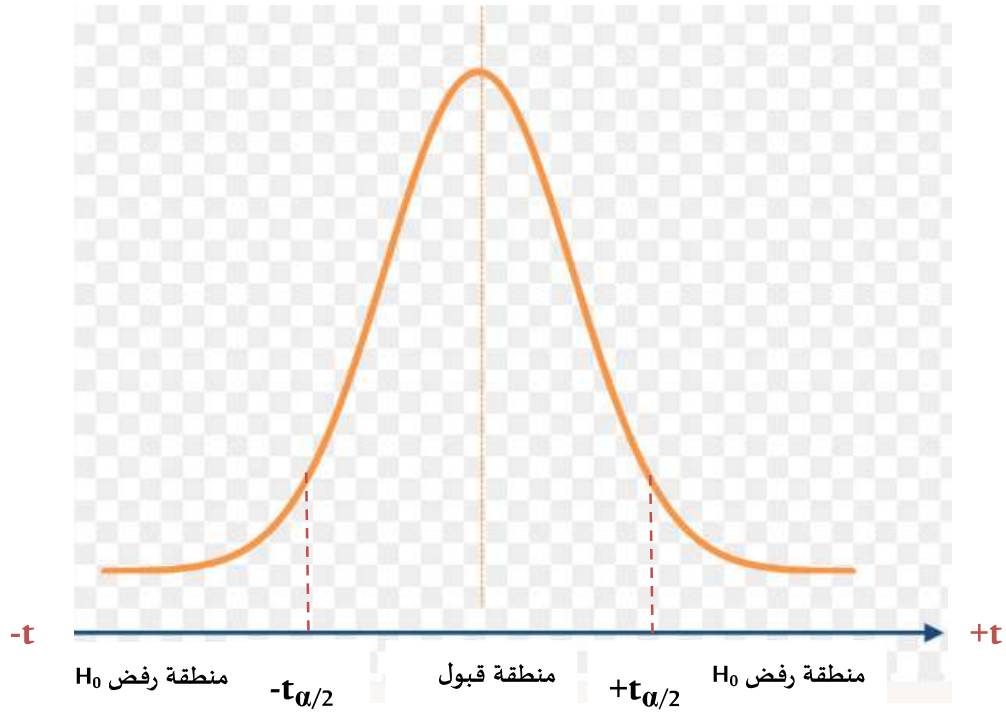
أما صيغ الاختبار هي من الشكل التالي:

H_0: السلسلة عشوائية

H_1: سلسلة زمنية ذات مركبة الاتجاه العام.

و لقبول أو رفض الفرضيات يتم مقارنة t المحسوبة $(t_{\hat{b}}, t_{\hat{a}})$ مع t الجدولية $t \pm (\alpha/2\,;\,T\text{-}K)$ (يتم استخراجها من جدول **student**)، فإذا كانت t المحسوبة محصورة بين $(-t_{\alpha/2}\,;\,+t_{\alpha/2})$ فيتم قبول

الفرضية H_0 ، أما إذا كانت t المحسوبة خارج $(-t_{\alpha/2}; +t_{\alpha/2})$ فيتم رفض H_0 وقبول H_1 أي وجود مركبة الاتجاه العام.



<u>مثال:</u>

لدينا الجدول التالي الذي يوضح مبيعات عشر أشهر لمؤسسة تنتج الهواتف النقالة (ألف وحدة):

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	t
150	200	250	300	200	150	300	320	350	400	y

- اكشف عن مركبة الاتجاه العام بالطريقة المعلمية.

ε^2_i	ε_i	$\hat{y}_t$	t^2	$t_i \cdot y_i$	$(t_i - \bar{t})^2$	$(t_i - \bar{t})(y_i - \bar{y})$	$y_i - \bar{y}$	$t_i - \bar{t}$	y_t	t
1585.473	39.818	360.182	1	400	20.25	-621	138	-4.5	400	**1**
135.443	11.638	338.364	4	700	12.25	-308	88	-3.5	350	**2**
11.930	3.454	316.546	9	960	6.25	-145	58	-2.5	320	**3**
27.793	5.272	294.728	16	1200	2.25	-57	38	-1.5	300	**4**
15106.868	-122.91	272.91	25	750	0.25	56	-112	-0.5	150	**5**
2610.392	-51.092	251.092	36	1200	0.25	-31	-62	0.5	200	**6**
5002.167	70.726	299.274	49	2100	2.25	57	38	1.5	300	**7**
1809.991	42.544	207.456	64	2000	6.25	-30	-12	2.5	250	**8**
206.267	14.362	185.638	81	1800	12.25	-217	-62	3.5	200	**9**
190.992	-13.82	163.82	100	1500	20.25	-504	-112	4.5	150	**10**
26687.316			**385**	**12610**	**82.5**	**-1800**			**2620**	**55**

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{T} y_i}{T} = \frac{2610}{10} \Rightarrow \bar{y} = 262$$

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^{T} ti}{T} = \frac{1+2+\cdots+10}{10} \Rightarrow \bar{t} = 5.5$$

أو:

$$\bar{t} = \frac{T+1}{2} = \frac{10+1}{2} = 5.5$$

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^{T}(t_i-\bar{t})(y_i-\bar{y})}{\sum_{i=1}^{T}(t_i-\bar{t})^2} = \frac{-1800}{82.5} \Rightarrow \hat{b} = -21.818$$

أو:

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^{T} t_i y_i - T\,.\,\bar{t}.\bar{y}}{\sum_{i=1}^{T} t^2 - T\bar{t}^2} = \frac{-12610-(10)(5.5)(262)}{385-(10)(5.5)^2}$$

$$\hat{b} = -21.818$$

$$\hat{a} = \bar{y} - \hat{b}\bar{t} \Rightarrow \hat{a} = 262 - 21.818(5.5)$$

$$\hat{a} = 382$$

وبالتالي يصبح النموذج المقدر كما يلي:

$$\hat{y}_t = 382 - 21.818\ t$$

و تعتبر هذه المعادلة: معادلة الاتجاه العام، والتي يمكن استخدامها في عملية التنبؤ، ولكن بعد إجراء عملية الاختبار الإحصائي على معالم النموذج المقدر، و فيما يلي الاختبارات الإحصائية:

* نقوم بحساب تباين البواقي أولا:

مع العلم أن: $\varepsilon_i = y_i - \hat{y}_i$

$$S_{\varepsilon}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{T} \varepsilon_{\varepsilon}^2}{T-K} = \frac{26687.316}{10-2} \Rightarrow S_{\varepsilon}^2 = 3335.914$$

* بعدها نقوم بحساب الانحراف المعياري $S_{\hat{a}}$ و $S_{\hat{b}}$:

$$S_{\hat{a}} = \sqrt{S_{\varepsilon}^2\left(\frac{1}{T} + \frac{\bar{t}^2}{\sum_{i=1}^{T}(ti-\bar{t})^2}\right)} = \sqrt{3335.914\left(\frac{1}{10} + \frac{5.5^2}{82.5}\right)} \Rightarrow S_{\hat{a}} = 39.455$$

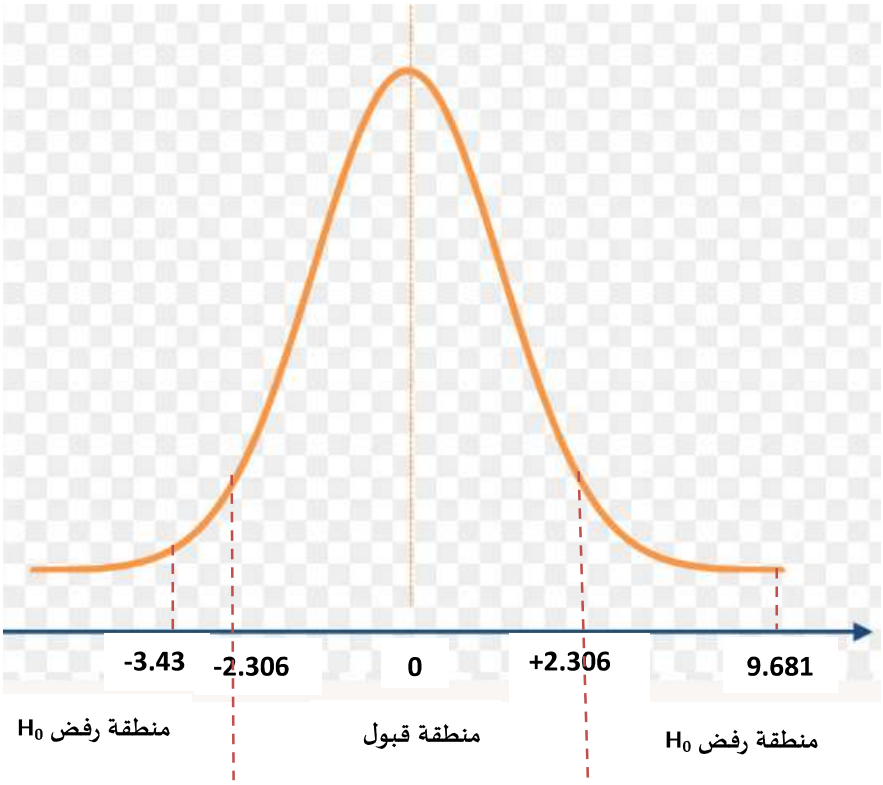
$$S_{\hat{b}} = \sqrt{\frac{S_{\varepsilon}^2}{\sum_{i=1}^{T}(t_i-\bar{t})^2}} = \sqrt{\frac{3335.914}{82.5}} \Rightarrow S_{\hat{b}} = 6.358$$

* الآن يتم حساب كل من $t_{\hat{a}}$ و $t_{\hat{b}}$ للقيام بعملية اختيار معنونية المعلمات:

$$t_{\hat{a}} = \frac{\hat{a}-a}{S_{\hat{a}}} = \frac{382-0}{39.455} \Rightarrow t_{\hat{a}} = 9.681$$

$$t_{\hat{b}} = \frac{\hat{b}-b}{S_{\hat{b}}} = \frac{-21.818}{6.358} \Rightarrow t_{\hat{b}} = 3.43$$

* بعدها نقوم باستخراج **t** الجدولية من جدول **student** :



بما أن $t_{\hat{a}}$ و $t_{\hat{b}}$ تقعان خارج منطقة قبول H_0 أي منطقة رفض H_0 هذا يعني أن السلسلة ليست عشوائية، أي: وجود مركبة الاتجاه العام.

6. الكشف عن المركبة الفصلية:

بعد سلسلة الكشف عن مركبة الإتجاه العام، سوف نقوم بالكشف عن المركبة الموسمية بنفس الطريقة. أي بالطريقة البيانية إذا كانت التذبذات واضحة و تدل على المركبة الفصلية كمثلا الطلب على المنتوجات الغذائية الباردة نلاحظ أنه متزايد في فصل الصيف لكن في فصل الشتاء ينقص الطلب عليه. أما في حالة السلاسل الزمنية شديدة التذبذب فيصعب التعرف عن المركبة الموسمية في هذه الحالة يتم اللجوء إلى الإختبارات الإحصائية.

1.6 الاختبارات الحرة:

لكشف المركبة الموسمية يمكن استعمال اختبار نقطة الإنعطاف و اختبار الإشارة اللذان استخدما في الكشف عن مركبة الإتجاه العام. فلكشف المركبة الموسمية يتم دراسة إشارات الفروق من الدرجة الأولى فقط، و البحث في مدى انتظامها كليا مثلا: (+ + - +، + + - + +، + + - + +) أو جزئيا (+ + + -، + + + - -، + + + -)، حيث نسجل في هذا الأخير إشارتي(+) في بداية كل سنة و إشارة (-) في فصل الربيع من كل سنة.

من بين الطرق التحليلية الحرة نجد أيضا اختبار لا معلمي و هو اختبار **Kruskall Wallis** لأنه لا يتطل تقدير المتوسط والتباين في ذلك. في الواقع، لا نستخدم حتى قيم المتغير التي تم جمعها من العينات و لكن نستخدم فقط ترتيبهم في القائمة المرتبة لجميع القيم.

1.1.6 اختبار kruskall – wallis:

يستعمل هذه الاختبار خصيصا لكشف المركبة الفصلية فقط، و خطوات استخدام هذا الاختبار هي كالآتي:

1- صياغة الفرضيات:

H_0: سلسلة عشوائية (عدم وجود المركبة الفصلية)

H_1: وجود المركبة الفصلية

2- إيجاد الإحصاءة KW من خلال القانون التالي:

$$kw = \frac{12}{T(T+1)} \left[\sum_{i=1}^{p} \frac{R_i^2}{n_i}\right] - 3(T+1)$$

علما أن هذا الإختبار يتبع توزيع كاي مربع chi2 ب (p – 1) كدرجة حرية $X^2_{(p-1)}$ Kw

حيث:

R_i: مجموع رتب المشاهدات المقابلة للفصل i

n_i: عدد المشاهدات المقابلة للفصل i

P: متغير يعبر عن الدورة (p=4 مشاهدات فصلية، p=2 مشاهدات سنوية،...)

3-إيجاد قيمة الإحصاءة الجدولية: حيث kw يتبع تقريبا توزيع chi2 أي:

Kw $X^2_{(p-1,\alpha)}$

4- اتخاذ القرار: وذلك بالمقارنة بين kw المحسوبة و X^2 الجدولية:

*إذا كان: $kw > X^2$: رفض H_0 أي وجود المركبة الفصلية.

* إذا كان: $kw < X^2$: قبول H_0 أي السلسلة عشوائية (عدم وجود المركبة الفصلية).

مثال:

الجدول التالي يبين الإنتاج الموسمي لأحد المصانع خلال الفترة 1-1994 إلى 4-1998 (بآلاف الوحدات):

سنة/فصل	مشاهدة	سنة/فصل	مشاهدة	سنة/فصل	مشاهدة
1994-1	45	**1995-4**	45	**1997-3**	43
1994-2	39	**1996-1**	47	**1997-4**	48
1994-3	36	**1996-2**	41	**1998-1**	49
1994-4	43	**1996-3**	40	**1998-2**	41
1995-1	44	**1996-4**	44	**1998-3**	38
1995-2	40	**1997-1**	47	**1998-4**	47
1995-3	39	**1997-2**	46		

- اكشف عن المركبة الفصلية باستخدام اختبار **kruskall – wallis** عند مستوى معنوية **α** =5% .

الحل:

1- صياغة الفرضيات:

H_0: عدم وجود مركبة فصلية.

H_1: وجود مركبة فصلية.

2- إيجاد قيمة الإحصاءة **kw** (المحسوبة).

* ترتيب القيم تصاعديا و تحديد الرتب R_i:

20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
49	48	47	47	47	46	45	45	44	44	43	43	41	41	40	40	39	39	38	36
20	19	17	17	17	15	13.5	13.5	11.5	11.5	9.5	9.5	7.5	7.5	5.5	5.5	3.5	3.5	2	1

	1998		1997		1996		1995		1994		
$\sum R_i$	R_i	مشاهدات	R_i	مشاهدات	R_i	مشاهدات	R_i	مشاهدات	R_i	مشاهدات	
79	20	49	17	47	17	47	11.5	44	13.5	45	الفصل1
39	7.5	41	15	46	7.5	41	5.5	40	3.5	39	الفصل2
21.5	2	38	9.5	43	5.5	40	3.5	39	1	36	الفصل3
70.5	17	47	19	48	11.5	44	11.5	45	9.5	43	الفصل4

* عدد المشاهدات: **t=20**

* عدد السنوات: n_i**=5**

* عدد الفصول: **p=4**

$$kw = \frac{12}{T(T+1)}\left[\sum_{i=1}^{p}\frac{R_i^2}{n_i}\right] - 3(T+1)$$

$$\Rightarrow kw = \frac{12}{20(20+1)}\left[\frac{79^2}{5} + \frac{39^2}{5} + \frac{21.5^2}{5} + \frac{70.5^2}{5}\right] - 3(20+1)$$

$$\Rightarrow Kw = 12.20865$$

3- إيجاد قيمة الإحصاءة الجدولية X^2:

$$X^2_{(p-1,\alpha)} = X^2_{(3,0.05)} \Rightarrow X^2 = 7.815$$

4- اتخاذ القرار:

بما أن: **kw**> X^2 فإنه يتم رفض H_0 ، أي السلسلة ليست عشوائية، و يوجد المركبة الفصلية.

2.6 الاختبارات الغير حرة:

1.2.6 دالة الارتباط الذاتي:

تعتمد على فكرة الارتباط بين المشاهدات وفي فترات مختلفة، حيث تظهر الفصيلة في الرسم البياني لهذه الدالة في شكل قمم وانخفاضات في فترات زمنية تعادل **p**، أي أنه تظهر قمة في دورة تعادل **p** ونفس الشيء بالنسبة للانخفاضات، يتم حساب معاملات دالة الارتباط الذاتي للمتغير وفق العلاقة التالية أين: **k**; ...; 3; 2; **1** =k (**k** تمثل بالتقريب ربع حجم العينة **k=T/4**).

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{T}(y_t - \bar{y})(y_{t-k} - \bar{y})}{\sum_{t=1}^{T}(y_t - \bar{y})^2}$$

مثال: نفس المثال السابق

سنة/فصل	مشاهدة	سنة/فصل	مشاهدة	سنة/فصل	مشاهدة
1994-1	45	1995-4	45	1997-3	43
1994-2	39	1996-1	47	1997-4	48
1994-3	36	1996-2	41	1998-1	49
1994-4	43	1996-3	40	1998-2	41
1995-1	44	1996-4	44	1998-3	38
1995-2	40	1997-1	47	1998-4	47
1995-3	39	1997-2	46		

- اكشف عن المركبة الفصلية باستخدام اختبار دالة الإرتباط الذاتي.

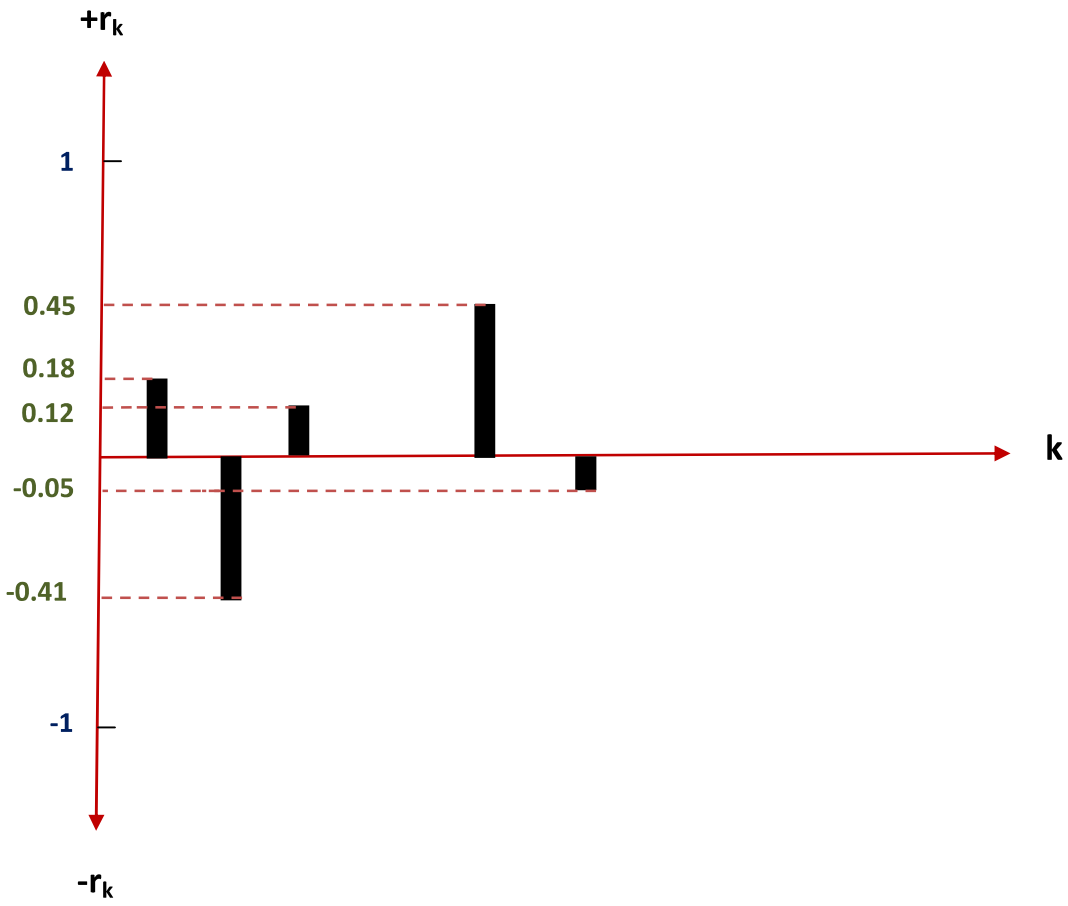
t													
1	45	1.9	3.61	k=1	k=2	k=3	k=4	k=5	k=1	k=2	k=3	k=4	k=5
2	39	-4.1	16.81	1.9					-7.79				
3	36	-7.1	50.41	-4.1	1.9				29.11	-13.49			
4	43	-0.1	0.01	-7.1	-4.1	1.9			0.71	0.41	-0.19		
5	44	0.9	0.81	-0.1	-7.1	-4.1	1.9		-0.09	-6.39	-3.69	1.71	
6	40	-3.1	9.61	0.9	-0.1	-7.1	-4.1	1.9	-2.79	0.31	22.01	12.71	-5.89
7	39	-4.1	16.81	-3.1	0.9	-0.1	-7.1	-4.1	12.71	-3.69	0.41	29.11	16.81
8	45	1.9	3.61	-4.1	-3.1	0.9	-0.1	-7.1	-7.79	-5.89	1.71	-0.19	-13.49
9	47	3.9	15.21	1.9	-4.1	-3.1	0.9	-0.1	7.41	-15.99	-12.09	3.51	-0.39
10	41	-2.1	4.41	3.9	1.9	-4.1	-3.1	0.9	-8.19	-3.99	8.61	6.51	-1.89
11	40	-3.1	9.61	-2.1	3.9	1.9	-4.1	-3.1	6.51	-12.09	-5.89	12.71	9.61
12	44	0.9	0.81	-3.1	-2.1	3.9	1.9	-4.1	-2.79	-1.89	3.51	1.71	-3.69
13	47	3.9	15.21	0.9	-3.1	-2.1	3.9	1.9	3.51	-12.09	-8.19	15.21	7.41

14	46	2.9	8.41	3.9	0.9	-3.1	-2.1	3.9	11.31	2.61	-8.99	-6.09	11.31
15	43	-0.1	0.01	2.9	3.9	0.9	-3.1	-2.1	-0.29	-0.39	-0.09	0.31	0.21
16	48	4.9	24.01	-0.1	2.9	3.9	0.9	-3.1	-0.49	14.21	19.11	4.41	-15.19
17	49	5.9	34.81	4.9	-0.1	2.9	3.9	0.9	28.91	-0.59	17.11	23.01	5.31
18	41	-2.1	4.41	5.9	4.9	-0.1	2.9	3.9	-12.39	-10.29	0.21	-6.09	-8.19
19	38	-9.1	26.01	-2.1	5.9	4.9	-0.1	2.9	10.71	-30.09	-21.99	0.51	-14.79
20	47	3.9	15.21	-5.1	-2.1	5.9	4.9	-0.1	-19.89	-8.19	23.01	19.11	-0.39
	862		**259.8**						**48.39**	**-107.52**	**31.57**	**118.16**	**-13.27**

$$\bar{y}=\frac{\sum y_i}{T}=\frac{862}{20}\Rightarrow \bar{y}=43.1$$

$$k=\frac{T}{4}=5$$

$$r_1=\frac{48.39}{259.8}=0.18\ ;\ r_2=\frac{-107.52}{259.8}=-0.41\ ;\ r_3=\frac{31.57}{259.8}=0.12\ ;\ r_4=\frac{118.16}{259.8}=0.45\ ;\ r_5=\frac{-13.27}{259.8}=-0.05$$


+rk
1
0.45
0.18
0.12
-0.05
-0.41
-1
k
-rk