الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جـــامعة د. الطاهر مولاي _سعيدة

كلية العلـوم الاقتصـاديـة ، العلوم التجارية و علـوم التسييـر

مطبوعة بعنوان:

محاضرات في مقياس نماذج التنبؤ

موجهة لطلبة السنة الثالثة ليسانس

تخصص إقتصاد و تسيير المؤسسات

من إعداد

الدكتور: طيبي بومدين

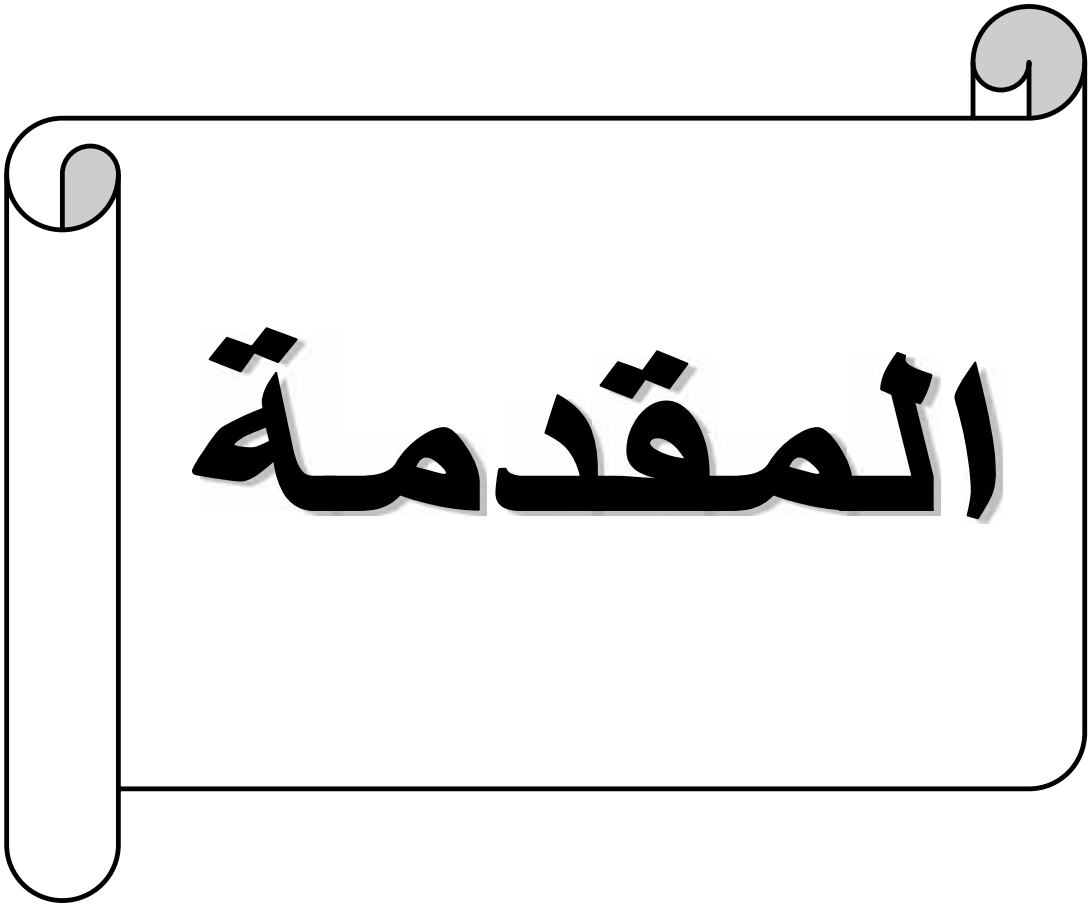
السنة الجامعية

2021-2020

فهرس المحتويات

العنوان	الصفحة
المقدمة	03
الفصل الأول: مفاهيم عامة حول التنبؤ	
المحاضرة الأولى	06
تمهيد.....	07
تعريف التنبؤ.....	03
أهمية التنبؤ.....	09
التنبؤ بين العلم و الفن.....	10
الفرق بين التنبؤ و التخطيط.....	11
سمات و أهداف التنبؤ.....	11
خطوات عملية التنبؤ.....	13
الفصل الثاني: طرق التنبؤ	
المحاضرة الثانية	15
طرق التنبؤ.....	16
طريقة المتوسط البسيط.....	16
الطريقة البيانية.....	18
طريقة المتوسط المتحرك البسيط.....	20
المحاضرة الثالثة	23
طريقة متوسط المتحرك الزوجي.....	24
طريقة متوسط المتحرك الفردي.....	25
طريقة متوسط المتحرك المرجح بالأوزان.....	26
المحاضرة الرابعة	28
طريقة التعديل أو التمهيد الأسي.....	29
طريقة التنبؤ من خلال الإتجاه العام.....	31
المحاضرة الخامسة	35
طريقة مايير.....	36
مثال تطبيقي.....	36
الفصل الثالث: مقاييس دقة التنبؤ	
المحاضرة السادسة	44
تمهيد.....	45
متوسط الإنحراف المطلق.....	45

متوسط مربع الخطأ.....	48
المحاضرة السابعة	51
قياس خطأ التنبؤ بأسلوب BIAS	52
إشارات الإنتباه T.S Tracking Signal	55
المحاضرة الثامنة	58
متوسط الخطأ النسبي المطلق MAPE	59
تمرين تطبيقي.....	66
الفصل الرابع: نماذج بوكس_جينكيز	
المحاضرة التاسعة	71
تمهيد.....	72
تحليل السلاسل الزمنية.....	72
أنواع نماذج بوكس_جينكيز.....	73
خطوات تطبيق نماذج بوكس_جينكيز في التنبؤ.....	75
أدوات و أهداف طريقة بوكس_جينكيز.....	84
أسباب عدم ستقرار سلسلة زمنية.....	85
إختيار النموذج الأفضل و الأمثل.....	85
المحاضرة العاشرة	86
تقنية الأوساط المتحركة البسيطة.....	87
تقنية الأوساط المتحركة المرجحة.....	88
تقنية الأوساط المتحركة المضاعفة.....	88
تقنيات المسح الأسي.....	90
الفصل الخامس: نماذج الإنحدار و الإرتباط	
المحاضرة الحادية عشر	91
تمهيد.....	92
نماذج الإنحدار البسيط.....	92
قياس جودة النموذج بحساب معامل التحديد.....	94
نماذج الإنحدار المتعدد.....	95
تقدير معالم نموذج الإنحدار المتعدد.....	97
إختبار فرضية الإنعدام الذاتي بين الأخطاء.....	100
إستخدام نموذج الإنحدار المتعدد في التوقع.....	101
قائمة الملاحق.....	102
قائمة المراجع.....	107


المقدمة

المقدمة:

يعتبر التنبؤ القاعدة الأساسية للقيام بالعديد من العمليات الإدارية و غيرها من العمليات التي تقوم بها المؤسسة، فهي تتعلق بتقدير الظواهر المستقبلية إنطلاقا من الفترات الزمنية الماضية لهذه الظواهر، و على هذا الأساس فتوقع التغيرات المحتمل حدوثها يساعد على التخطيط و إتخاذ القرارات الإقتصادية و الإدارية، و إكتسب موضوع التنبؤ قسطا وافرا من الدراسة و الإهتمام في ميدان العلوم الإقتصادية، نظرا لتعقد الحياة الإقتصادية و صعوبة إدارة المؤسسات الإقتصادية الكبيرة، حيث أن الإنتاج يحقق من أجل تلبية الطلب، و نظرا للتغيرات الطارئة في السوق فإن التنبؤ بأرقام دقيقة عن المبيعات مثلا تبقى عملية صعبة و معقدة، يرجع ذلك لعدة عوامل نذكر من بينها التغيير السريع في التكنولوجيا، تغير أذواق المستهلكين، زيادة المنافسة، بالإضافة إلى عدة محددات أخرى إقتصادية، إجتماعية و ثقافية.
فالتنبؤهو محاولة لتقدير المستقبل بإستخدام المعلومات المتوافرة عن الماضي و الحاضر، و التنبؤ ليس حساب دقيق للمستقبل بقدر ما هو تقدير مبني على أسس فنية و علمية، و بالتالي فهو أيضا ليس نوع من التخمين الذي لا يرتبط بنظام مرتب أو مقاييس موضوعية تحدد صورة المستقبل، و التنبؤ بذلك ليس مجرد إجراء مجموعة من الحسابات و التقديرات عن صورة المستقبل بمعزلة عن الخبرة، و إنما هو مزيج متكامل للعلم و الفن و الحكم الشخصي المطلوب لدراسة و وضع الإفتراضات التي يتم وضع التنبؤ على أساسها، بحيث هناك العديد من الأساليب و طرق التنبؤ بالمبيعات تتفاوت من حيث سهولتها و دقة نتائجها، فهناك أساليب كيفية بسيطة و سهلة لا تحتاج خبرة عالية لأنها تعتمد على المعطيات الإحصائية، و هناك أيضا أساليب كمية تعتمد على المعطيات الإحصائية و الإقتصادية و القياسية و الطرق الرياضية التي تفيد في معرفة سلوك المتغيرات في الماضي و التنبؤ بها في المستقبل.
و تأتي هذه المطبوعة البيداغوجية بعنوان محاضرات في مقياس نماذج التنبؤ، الموجهة للطلبة السنة الثالثة ليسانس إقتصاد و تسيير المؤسسات، و قد صممت هذه المطبوعة بشكل منهجي بهدف تطوير قدرات الطلبة على إستعاب مقياس نماذج التنبؤ وفق البرنامج المقترح، و لشتملت المطبوعة على مجموعة من المحاضرات من خلال عرض المفاهيم النظرية و

العلمية لنماذج التنبؤ و ربطها بإستخداماتها التطبيقية من خلال إعطاء أمثلة و تمارين محلولة،و ذلك وفق المحاور التالية:

الفصل الأول: مفاهيم عامة حول التنبؤ.

الفصل الثاني:طرق التنبؤ.

الفصل الثالث: مقاييس دقة التنبؤ.

الفصل الرابع: نماذج بوكس_جينكيز.

الفصل الخامس: نماذج الإنحدار و الإرتباط.

و في الأخير نتمنى أن تساعد هذه المطبوعة البيداغوجية الطلبة على سهولة وفهم مقررات مقياس نماذج التنبؤ.

المحاضرة الأولى

تمهيد:

إن التنبؤ هو التكهن أو التوقع أو إكتشاف النتائج أو الأحداث في المستقبل قبل وقوعها أو توقعها عن طريق تخمين أو دراسة أو تحليل علمي و إحصائي.

و عليه نلاحظ ان العديد من المؤسسات تواجه العديد من المخاطر الداخلية والخارجية ، مثل المنافسة العالية ، وفشل التكنولوجيا ، والاضطرابات العمالية ، والتضخم ، والركود ، والتغيير في القوانين الحكومية، لذلك ، يتم اتخاذ معظم القرارات التجارية للمؤسسة في ظل ظروف المخاطرة وعدم اليقين.

و نلاحظ انه يمكن للمؤسسة أن تقلل من الآثار الضارة للمخاطر عن طريق تحديد توقعات الطلب أو المبيعات لمنتجاتها وخدماتها في المستقبل. تنبؤات الطلب هي عملية منهجية تتضمن توقع الطلب على منتج وخدمات مؤسسة في المستقبل في ظل مجموعة من القوى التنافسية التي لا يمكن السيطرة عليها.

تعريف التنبؤ:

يمكن إعطاء بعض التعاريف الشائعة للتنبؤ أو لتوقعات الطلب:

يعرفه إيفان جيه. دوغلاس ، "تقدير الطلب (التنبؤ) بأنه عملية لإيجاد قيم للطلب في الفترات الزمنية المستقبلية".

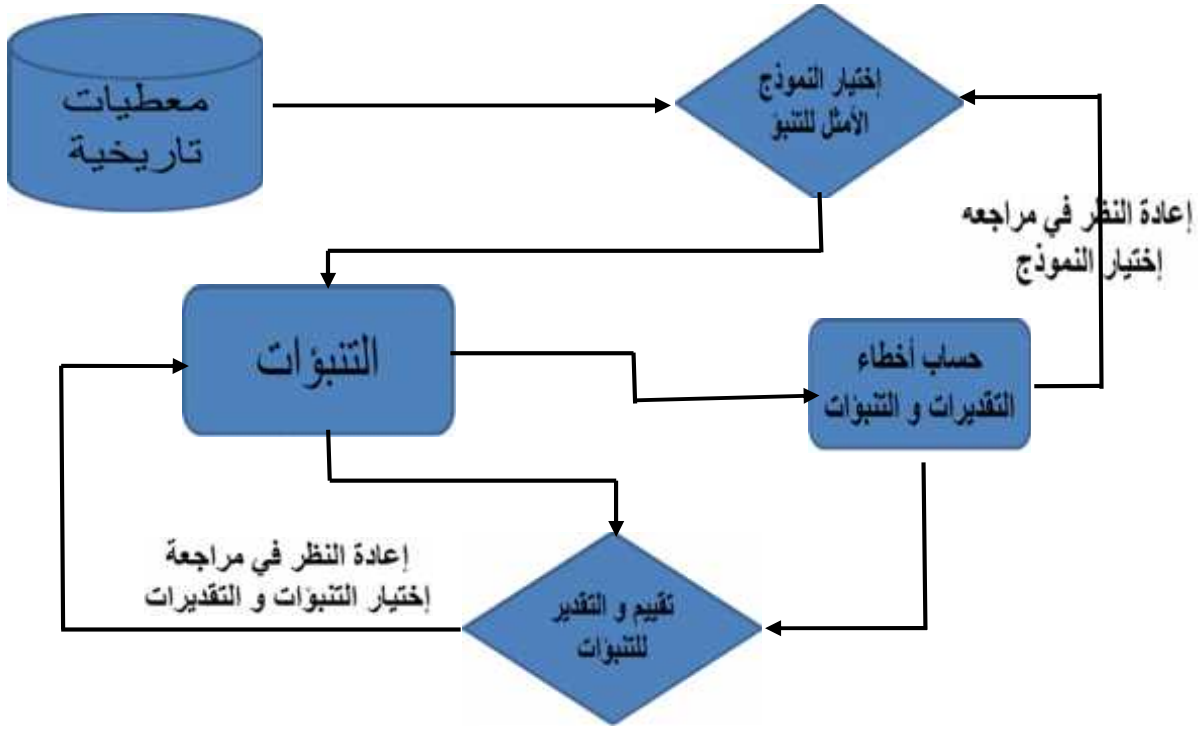
على حد تعبير Cundiff and Still ، "تنبؤ الطلب هو تقدير للمبيعات خلال فترة مستقبلية محددة بناءً على خطة التسويق المقترحة ومجموعة من القوى التنافسية الخاصة التي لا يمكن السيطرة عليها".

كما أن التنبؤ يعرف على أنه التخطيط و وضع افتراضات حول أحداث المستقبل بإستخدام تقنيات و طرق و نماذج مختلفة و التي سوف نتطرق لها بالتفصيل، و هذا من خلال فترات زمنية مختلفة، و كل هذا يجعلنا أن نتخذ قراراتنا للمستقبل و لكن يجب علينا الإعتماد على المعلومات السابقة و المأخوذة من الماضي.

و عليه نرى أن التنبؤ بالطلب للمؤسسة يتيح اتخاذ قرارات أعمال مختلفة ، مثل التخطيط لعملية الإنتاج ، وشراء المواد الخام ، وإدارة الأموال ، وتحديد سعر المنتج. يمكن للمؤسسة أن تتنبأ بالطلب من خلال عمل تقديرات خاصة تسمى تقديرات التخمين أو الحصول على

مساعدة من الاستشاريين أو وكالات أبحاث السوق، و بالإعتماد على معطيات تاريخية، و هي عبارة عن معلومات و بيانات ماضية و ايضا الخبرات الماضية التي بواسطتها نستطيع ان نتقدم إلى عملية التنبؤ.

و الشكل التالي يوضح لنا تقديما عاما للتنبؤ:



تقديم عام لتطور التنبؤات .

و من هنا نلاحظ بأن التنبؤ يمر بعدة مراحل اساسية هي:

- المرحلة الأولى : تحديد الهدف من التنبؤ.
- المرحلة الثانية : تجميع البيانات اللازمة للظاهرة محل التنبؤ.
- المرحلة الثالثة : تحليل البيانات و انتقاءها لإستعمالها.
- المرحلة الرابعة : إختيار النموذج المناسب من أساليب التنبؤ محل الدراسة.
- المرحلة الخامسة : اتخاذ القرار المناسب.

أهمية التنبؤ:

و للتنبؤ أهمية كبرى تكمن في :

- يضمن الكفاءة و الفعالية للمؤسسة.
- يضمن البقاء و الإستمرارية للمؤسسة.
- معرفة إحتياجات المؤسسة في المدي القصير و المتوسط.
- يلعب التنبؤ دورًا مهمًا في إدارة كل الأعمال، يساعد المؤسسة على تقليل المخاطر التي تنطوي عليها أنشطة الأعمال واتخاذ القرارات المهمة في مجال الأعمال، بصرف النظر عن هذا، يوفر التنبؤ بالطلب نظرة ثاقبة على قرارات الاستثمار والتوسع في رأس مال المؤسسة، إذن يساهم في الحد من المخاطر التي قد تواجه المؤسسة.
- يعطى صورة عن توجه المؤسسة المستقبلية .
- يساهم في إتخاذ القرارات الصائبة.
- كل وحدة أعمال تبدأ بأهداف محددة مسبقًا، التنبؤ بالطلب يساعد في تحقيق هذه الأهداف، بحيث تقدر المؤسسة الطلب الحالي على منتجاتها وخدماتها في السوق والمضي قدمًا لتحقيق الأهداف المحددة. على سبيل المثال ، وضعت المؤسسة هدفًا لبيع 50 ألف وحدة من منتجاتها، في مثل هذه الحالة ، ستقوم المؤسسة بإجراء تنبؤ للطلب على منتجاتها، إذا كان الطلب على منتجات المؤسسة منخفضًا ، فستتخذ المؤسسة إجراءات تصحيحية، بحيث يمكن تحقيق الهدف المحدد.
- يلعب التنبؤ دورا حاسما في صنع الميزانية من خلال تقدير التكاليف والإيرادات المتوقعة، و بالتالي يتيح التنبؤ بالطلب للمؤسسات إعداد ميزانيتها.
- يساعد المؤسسة على التحكم في أنشطة الإنتاج والتوظيف، يساعد مسؤول الإنتاج وفقًا للطلب المتوقع على المنتجات في تجنب إهدار موارد المؤسسة، يساعد هذا أيضًا المؤسسة في توظيف الموارد البشرية وفقًا للمتطلبات، على سبيل المثال، إذا كانت المؤسسة تتوقع زيادة في الطلب على منتجاتها ، فقد تختار عمالة إضافية لتلبية الطلب المتزايد.
- إن التنبؤ بالطلب يساعد في اتخاذ قرار بشأن التوسع في أعمال المؤسسة، إذا كان الطلب المتوقع على المنتجات أعلى ، فقد تخطط المؤسسة للتوسع أكثر، من ناحية أخرى إذا كان

من المتوقع أن ينخفض الطلب على المنتجات، فقد تخفض المؤسسة الاستثمار في الأعمال التجارية.

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

- يساعد في صنع التصحيحات، على سبيل المثال ، إذا كان الطلب على منتجات المؤسسة أقل ، فقد يتخذ إجراءات تصحيحية ويحسن مستوى الطلب من خلال تحسين جودة منتجاتها أو إنفاق المزيد على الإعلانات.

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

إذن يمكن القول على أن التنبؤ :

- هو إستخدام الخبرة لتقديم قيمة تقريبية لمقياس أو تكلفة .

- هو محاولة من جانب ادارة المؤسسة ما سوف تكون عليه حالة الطلب للمستقبل للسلع و الخدمات التي تنتجها المؤسسة بالوحدات و القيم أو بهما خلال فترة زمنية معينة في نهاية تلك الفترة.

التنبؤ بين العلم و الفن :

هل يمكن إعتبار التنبؤ علم أو فن ؟

يمكن القول بأن التنبؤ هو فن و علم التوقع بالأحداث المستقبلية. هو فن لأن الخبرة و الحدس و التقدير الإداري له دور في التنبؤ و في إختيار الأسلوب و النموذج الملائم في التنبؤ.

هو علم لأنه يستخدم الأساليب و الطرق الرياضية و الإحصائية في التنبؤ، مما يرفع من درجة الدقة و يقلص من التحيز

الفرق بين التنبؤ و التخطيط :

ان الفرق بينهما يمكن توجيهه فيما يلي :

التنبؤ	التخطيط
- له سمة فنية . - له بعد أكثر حادا و موضوعية . - يعتمد على نسب ضئيلة جدا .	- وظيفة إدارية. - يتعامل مع ما يعتقد انه يجب في المستقبل - يعتمد على دراسات و وقائع و نتائج محسوبة بدقة .

سمات و أهداف التنبؤ:

سمات التنبؤ :

- نادرا ما تكون التنبؤات كاملة، فالنتائج الفعلية عادة ما تختلف عن القيم المقدرة أو المتنبأ بها، و هذا يعود إلى كثرة المتغيرات المؤثرة.
- تنخفض دقة التنبؤ كلما كان الأفق الزمني للتنبؤ طويلا، و بالتالي التنبؤات قصيرة المدى أدق من التنبؤات طويلة المدى.
- التنبؤ لمجموعة من المنتجات تميل إلى أكثر دقة من التنبؤ بمنتوج واحد، لأن المتعددة تتسم بأثر الإزالة حيث أن الخطأ السالب في التنبؤ لمنتوج معين يزيل الخطأ الموجب للمنتوج الثاني.

أهداف التنبؤ:

تشكل التنبؤ بالطلب جزءًا مهمًا في اتخاذ القرارات التجارية الهامة.و عليه فهناك عدة اهداف يتسم بها، و التي يمكن تنقسم أهداف التنبؤ بالطلب إلى قسمين رئيسيين هما أهداف قصيرة الأجل و أهداف طويلة الأجل :

1- الأهداف قصيرة الأجل:

تشمل عدة عناصر اساسية منها :

أ- صياغة سياسة الإنتاج:

يساعد في تغطية الفجوة بين الطلب والعرض للمنتج، حيث يساعد التنبؤ بالطلب في تقدير متطلبات المواد الخام في المستقبل ، بحيث يمكن الحفاظ على العرض المنتظم للمواد الخام، كما أنه يساعد في الاستفادة القصوى من الموارد حيث يتم التخطيط للعمليات وفقًا للتوقعات، وبالمثل يتم تلبية متطلبات الموارد البشرية بسهولة بمساعدة التنبؤ بالطلب.

ب- صياغة سياسة السعر:

يشير إلى أحد أهم أهداف التنبؤ بالطلب. تحدد المؤسسة أسعار منتجاتها حسب طلبها. على سبيل المثال ، إذا دخل الاقتصاد في مرحلة الكساد أو الركود ، فإن الطلب على المنتجات سينخفض. في مثل هذه الحالة ، تحدد المؤسسة أسعارًا منخفضة لمنتجاتها.

ج- مراقبة المبيعات:

يساعد في تحديد أهداف المبيعات ، والتي تعمل كأساس لتقييم أداء المبيعات، حيث تقوم المؤسسة بعمل توقعات للطلب على مناطق مختلفة وتحديد أهداف المبيعات لكل منطقة وفقًا لذلك.

د- ترتيب التمويل:

يعني أن يتم تقدير المتطلبات المالية للمؤسسة بمساعدة التنبؤ بالطلب، و هذا يساعد في ضمان السيولة المناسبة داخل المنظمة.

2- الأهداف طويلة الأجل:

تشمل عدة عناصر اساسية منها :

أ- تحديد الطاقة الإنتاجية:

يعني أنه بمساعدة التنبؤ بالطلب ، يمكن للمؤسسة تحديد حجم المصنع المطلوب للإنتاج. يجب أن يتوافق حجم المصنع مع متطلبات المبيعات للمؤسسة.

ب- التخطيط للأنشطة طويلة الأجل:

يعني أن التنبؤ بالطلب يساعد في التخطيط على المدى الطويل. على سبيل المثال ، إذا كان الطلب المتوقع على منتجات المؤسسة مرتفعًا ، فقد تخطط للاستثمار في مشروعات التوسع والتطوير المختلفة على المدى الطويل.

خطوات عملية التنبؤ:

لا يمكن أن تكون عملية التنبؤ بالطلب في أي مؤسسة فعالة إلا عند إجرائها بشكل منهجي وعلمي. و يتضمن عددًا من الخطوات يتم شرح الخطوات التي ينطوي عليها التنبؤ بالطلب على النحو التالي:

1- تحديد الهدف:

يشير إلى الخطوة الأولى والأهم من عملية التنبؤ بالطلب، بحيث تحتاج المؤسسة إلى تحديد الغرض من التنبؤ بالطلب بوضوح قبل البدء فيه.

يتضمن تحديد هدف التنبؤ بالطلب ما يلي:

أ. تحديد الفترة الزمنية للتنبؤ بما إذا كان يجب على المؤسسة اختيار التنبؤ على المدى القصير أو التنبؤ على المدى الطويل.

ب. تحديد ما إذا كانت تريد التنبؤ بالطلب الكلي على المنتج في السوق أم فقط بالنسبة للمؤسسات التي تمتلكها.

ج. تحديد ما إذا كان سيتم التنبؤ بالطلب على السوق بأكمله أم لقطاع السوق.

د. تحديد ما إذا كان ينبغي التنبؤ بحصة السوق في المؤسسة.

2- تحديد الفترة الزمنية:

يتضمن تحديد الوقت المنظور للتنبؤ بالطلب، بحيث يمكن التنبؤ بالطلب لفترة طويلة أو لفترة قصيرة، على المدى القصير قد لا تتغير محددات الطلب بشكل كبير أو قد تظل ثابتة ، بينما

على المدى الطويل هناك تغيير كبير في محددات الطلب، لذلك تحدد المؤسسة الفترة الزمنية على أساس أهدافها المحددة.

3- اختيار الطريقة المناسبة للتنبؤ:

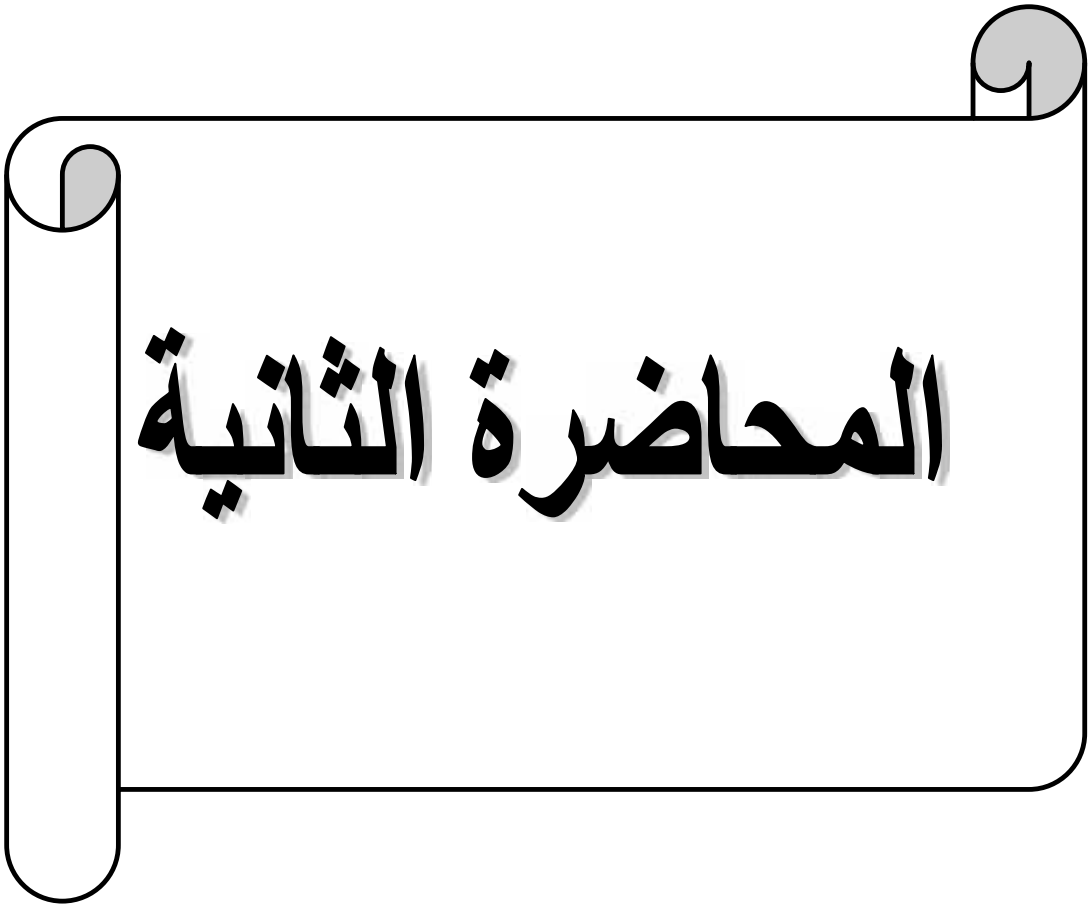
إختيار الطريقة المناسبة للتنبؤ، تشكل واحدة من أهم خطوات عملية التنبؤ بالطلب، يمكن التنبؤ بالطلب باستخدام طرق مختلفة، تختلف طريقة التنبؤ بالطلب من مؤسسة إلى أخرى حسب الغرض من التنبؤ والإطار الزمني ومتطلبات البيانات وتوافرها، و يعد اختيار الطريقة المناسبة ضروريًا لتوفير الوقت والتكلفة وضمان موثوقية البيانات.

4- جمع البيانات:

يتطلب القيام بعملية التنبؤ القيام بجمع البيانات الأولية أو الثانوية، و تشير البيانات الأولية إلى البيانات التي يجمعها الباحثون من خلال الملاحظة والمقابلات والاستبيانات الخاصة بأبحاث معينة، و من ناحية أخرى ، تشير البيانات الثانوية إلى البيانات التي تم جمعها في الماضي ؛ ولكن يمكن استخدامها في السيناريو الحالي / العمل البحثي.

5- تقدير النتائج:

يتضمن إجراء تقدير للطلب المتوقع لسنوات محددة سلفًا، و يجب تفسير النتائج بسهولة وتقديمها في شكل صالح للاستخدام، كما يجب أن تكون النتائج سهلة الفهم من قبل القراء أو إدارة المؤسسة.


المحاضرة الثانية

طرق التنبؤ:

هناك عدة طرق اساسية تعتمد في عملية التنبؤ ، و التي سوف نذكر أهمها فيما يلي:

أولا : طريقة المتوسط البسيط: Méthode Moyen Simple

بحيث يتم حساب متوسط المبيعات عن الفترات الماضية حتى يمكن أن يمثل حجم الطلب أو حجم المبيعات المتوقع للفترة القادمة.

$$MS = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + \ldots + V_n}{N}$$

إذن المعادلة هي:

$$MS = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_i}{N}$$

حيث أن :

MS متوسط البسيط

V قيم المبيعات أو D الطلبات

N الفترة الزمنية

تستعمل هذه الطريقة للقيام بتنبؤات على المدى القصير، وتعتمد على حساب المتوسط لمجموعة قيم المشاهدة، وأخذ هذا المعدل كتنبؤ للمرحلة القادمة، والصيغة المستعملة في الحساب هي:

$$S_{t+1} = \frac{X_t + X_{t+1} + \ldots X_{t-N+1}}{N}$$

$$S_{t+1} = \frac{\sum_{i=t-N+1} X_i}{N}$$

حيث أن:

S_{t+1} : هو التنبؤ للفترة.

X_t : القيمة المشاهدة في الفترة.

N : عدد القيم التاريخية المأخوذة للحساب.

نلاحظ أن هذه الطريقة تعطي أوزانا متساوية للمشاهدات المستخدمة في حساب المتوسط ووزنا يساوي الصفر للقيم السابقة أي أننا استخدمنا N مشاهدة سابقة وأعطينا أكثر أهمية من القيمة الأخيرة المشاهدة، وبالتالي فهذه التقنية لا تستجيب للمستجدات الحديثة التي تكون قد طرأت على طبيعة الظاهرة، والتقنية الموالية سنحاول تجاوز هذا النقص وذلك بإعطاء أوزان مختلفة لمستويات الظاهرة التي تدخل في حساب الوسط الحسابي المتحرك.

مثال:

إن الطلبات الخاصة بمؤسسة ما خلال الستة أشهر من سنة 2019 كانت على النحو التالي، و هذا من خلال الجدول أذناه:

الشهور	01	02	03	04	05	06
المبيعات	20	24	26	32	38	46

المطلوب: ماهو حجم الطلب المتوقع في الشهر السابع ؟

الحل:

$$M S_7 = \frac{20+24+26+32+38+46}{6}$$

$M S_7 = 31\ Unités$ حجم الطلب المتوقع خلال شهر جويلية 31 وحدة

كما تعتبر الطرق الحسابية البسيطة من أسهل الطرق للتنبؤ بالمبيعات وأقلها تكلفة، ولكي نتمكن من تطبيق هذه الطريقة لا بد من معرفة المبيعات المتحققة لسنوات سابقة والمبيعات المتحققة للسنة الحالية، والجدول التالي يوضح كيفية حسابها على النحو التالي:

السنة	القيم الفعلية	مقدار التغيير	القيم المتوقعة
السنة 2019 السابقة	200.000		
السنة 2020 الحالية	240.000	40.000+	
السنة 2021 المقبلة			280.000

على هذا الأساس يمكن معرفة الفترة اللاحقة المستقبلية من خلال عملية التالية الحسابية:

قيمة السنة القادمة = 240.000 + 40.000

قيمة السنة 2021 = 280.000

الطريقة البيانية :

تستعمل هذه الطريقة ضمن اساس رسم البياني بتقدير الاتجاه العام، و من خلال البيان يمكن رسم البيانات و المعطيات التي على اساسه نرسم الخط المقابل له.

فهي طريقة لها الصفات التالية :

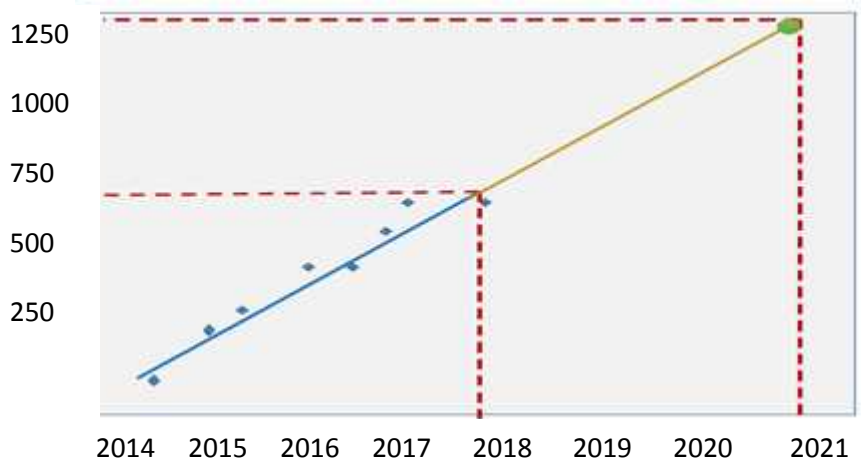
- طريقة سهلة وغير مكلفة
- تتمثل في التقدير برسم خط الاتجاه العام
- كلما كانت السلسلة الزمنية أطول كلما أمكن الاعتماد عليها

مراحل الطريقة البيانية

1/ رسم البيانات الفعلية

2/ تحديد خط الاتجاه

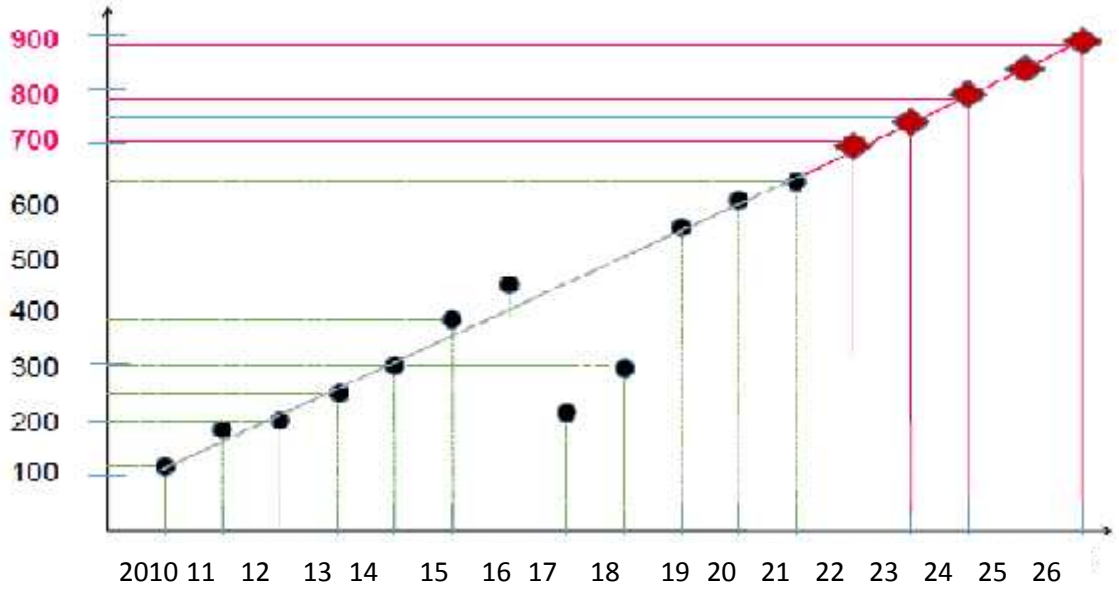
3/ مد خط الاتجاه إلى المرحلة التي نريد التقدير لها



مثل:

تظهر في الجدول التالي البيانات المتوفرة لدينا بالنسبة لمبيعات اجهزة التلفاز في فرعها المتواجد بإحدى المدن و التي كان توزيعها على النحو التالي:

السنة	المبيعات	السنة	المبيعات
2010	120	2016	450
2011	180	2017	180
2012	200	2018	300
2013	240	2019	550
2014	300	2020	600
2015	380	2021	635



أهم عيوب الطريقة البيانية:

- تحديد الاتجاه غير دقيق يختلف حسب الأشخاص
- مد خط التقدير غير دقيق أيضا التقدير بهذه الطريقة تقريبي

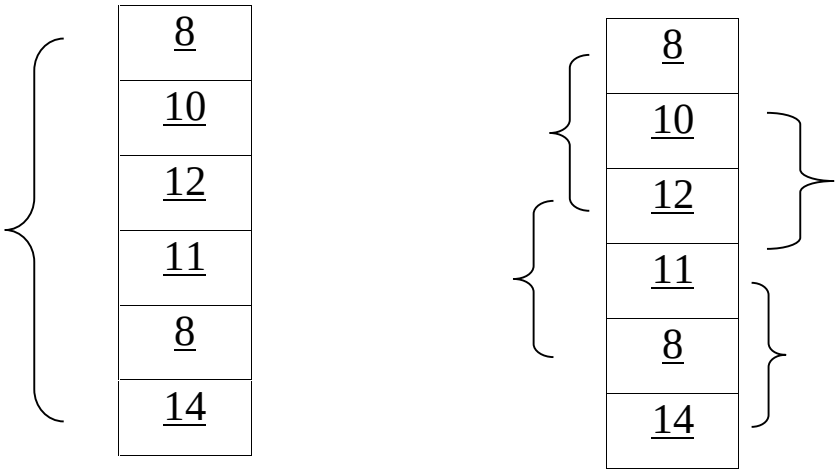
ثانيا : طريقة المتوسط المتحرك البسيط : Méthode Moyen Mobile Simple

يساعد المتوسط المتحرك على تقليص أثر هذه التقلبات العشوائية الحادة، بحيث يتم حساب هذا المتوسط من خلال تحديد عدد من الفترات كمتوسط أو بصيغة أخرى تقوم هذه الطريقة بتحديد متوسط البيانات لعدد من أحداث الفترات و بالتالي يصبح هذا المتوسط بمثابة تنبؤ للفترة التالية.

$$MMs = \frac{V_{1+}\ V_{2+}\ V_{3+}\ldots+V_n}{N}, \frac{V_{2+}\ V_{3+}V_{4+}\ldots+V_n}{N}, \frac{V_{3+}\ V_{4+}\ V_{5+}\ldots+V_n}{N}$$

يحتسب المتوسط لعدة فترات أو قيم بدلا من المتوسط لكل فترات أو قيم السلسلة.

في كل مرة يحسب فيها المتوسط المتحرك تترك الفترة الأقدم وتضاف قيمة الفترة اللاحقة.



المتوسط المتحرك البسيط هو :

10.5 =6/(14+8+11+12+10+8)

من خلال عملية : (8+10+12) / 3 =10 متوسط المتحرك هو 10

11 = 3/ (11+12+10)

10.33 = 3/ (8+11+12)

11 = 3/ (14+8+11)

مثل :

احسب ثلاث فترات من المتوسط المتحرك للتنبؤ على احدى المواد التسويقية مع اعتبار الطلب للفترات الثلاث الماضية.

باعتبار أن عدد الفترات التي يجري حساب المتوسط على اساسها هي 3

الفترة	الطلب
1	42
2	40
3	43
4	40
5	41

الحل :

التنبؤ = المتوسط المتحرك للفترة 6

41.33 = 3 / (41+40+43)

لو التغير الفعلي للفترة السادسة 6 هو 38 إذن :

39.67 = 3 / (38+41+40)

تمرين:

في إحدى الشركات الإنتاجية ينوى مديرها تقديم نظام للتنبؤ قصير المدى لتقدير كمية المخزون المنصرف من إحدى المخازن لكل أسبوع، بالتالي أقترح عليه أحد خبراء التنبؤ أن يقوم باستخدام:

- 05 أشهر كمتوسط متحرك.
- 07 أشهر كمتوسط متحرك.

1	90			
2	105			
3	95			
4	110			
5	95			
6	95	99,00		90+105+95+110+95/5=99
7	105	100,00		105+95+110+95+95 /5=100
8	120	100,00	99,29	95+110+95+95+105 /5=100
9	120	105,00	103,57	110+95+95+105+120/5=105
10	115	107,00	105,71	95+95+105+120+120 /5=107
11	125	111,00	107,14	95+105+120+120+115/5=111
12	115	117,00	110,71	105+120+120+115+125/5=117
1	–	119,00	113,57	120+120+115+125+115/5=119

إذن حجم الطلب المتوقع للشهر يناير هو 119 وحدة

أما التنبؤات المتوقعة للأشهر الثمانية هي: 99، 100، 100، 105، 107، 111، 117، 119 وحدة.

المحاضرة الثالثة

ثالثا : طريقة متوسط المتحرك الزوجي Méthode Moyen Mobile Paire

بحيث يتم حساب هذا المتوسط من خلال تحديد عدد من الفترات كمتوسط بإستخدام المعادلة

$$P = 2K$$

حيث مهما كانت قيمة k فإن عدد المتوسط يكون يساوي زوجي .

$$\frac{1}{P}(1|2)Y_{T-k}\sum_{i=-k+1}^{i=k+1}Y_{t+i}+\frac{1}{2}Y_{t+k}$$

إذا كانت k تساوي 2، فإن P تسوي 4

4 = 2.2 =P 2 = K

$$\frac{1}{4}[(1|2)Y_{3-2}+Y_{3-1}+Y_{3-0}+Y_{3+1}+(1|2)Y_{3+1}]$$

$$\frac{1}{4}[(1|2)Y_3+Y_2+Y_3+Y_4+(1|2)Y_5]$$

$$\frac{1}{4}[(1|2)Y_1+Y_2+Y_3+Y_4+(1|2)Y_5]$$

أي بمعنى:

t=3 ⟵

t	Y
1	Y_1
2	Y_2
3	Y_3
4	Y_4
5	Y_5

إذن هنا نبحث عن المتوسط فنأخذ النصف في القيمة الأولى و النصف القيمة الأخرة فم نضيف القيم الوسطى أي الثانية و الثالثة و الرابعة، فالمتوسط للفترة الثالثة t = 3 .

رابعا : طريقة المتوسط المتحرك الفردي Méthode Moyen Mobile Impaire

بحيث يتم حساب هذا المتوسط من خلال تحديد عدد من الفترات كمتوسط بإستخدام المعادلة

$$P = 2K + 1$$

حيث مهما كانت قيمة k فإن عدد المتوسط يكون يساوي فردي .

$$MM_{p,t} = \frac{1}{P} \sum_{I=-K}^{K} y_{t+i}$$

إذا كانت k تساوي 1، فإن P تسوي 3

$$3 = 1 + 1.2 = P \qquad 1 = K$$

$$MM_{3,2} = \frac{1}{3} \sum_{I=-K}^{K} y_{2+i}$$

$$MM_{3,2} = \frac{1}{3} \left(Y_1 + Y_2 + Y_3 \right)$$

أي بمعنى :

t=2 ←

t	Y
1	Y_1
2	Y_2
3	Y_3
4	Y_4
5	Y_5

خامسا : طريقة متوسط المتحرك المرجح بالأوزان MMP

في هذه الحالة تختلف عن الطريقة السابقة كون البيانات أكثر ملائمة عند التنبؤ لذلك يفضل إعطاء أوزان نسبية أكبر للفترات الأخيرة السابقة مباشرة عن الفترات السابقة و الأقدم.

طريقة المتوسطات المتحركة المرجحة تعطي لكل قيمة معاملا خاصا بها في السلسلة الزمنية.

مجموعة المعاملات يجب أن يساوي1

يحسب المتوسط المتحرك المرجح ب:

- ضرب قيمة الفترة في معامل(وزن)الفترة

- جمع النواتج

$$Ft = WMAn = wnAt\text{-}n + \dots wn\text{-}1At\text{-}2 + w1At\text{-}1$$

$$M_t = \infty_1 A_{t-1} + \infty_2 A_{t-2} + \infty_3 A_{t-3} + \dots + \infty_n A_{t-n}$$

$$\sum_{i=1}^{n} \infty_i = 1 \qquad \text{where} \quad 0 \leq \sim \leq 1$$

مثل :

إذا كان الطلب على احدى المنتوجات كما يلي:

السنوات	2016	2017	2018	2019	2020
الطلب	12	15	18	18	20
الوزن	0	0.1	0.2	0.3	0.4

المطلوب:

كيف يتم تحديد طلب التنبؤ للفترة 2021 بإستعمال طريقة المتوسط المتحرك المرجح بأوزان علما ان الأوزان مبينة اعلاه في الجدول حسب السنوات السابقة الموضوعة في الجدول.

الحل:

اذن يكون الحل كالتالي:

$$(12*0)+(15*0.1)+(18*0.2)+(18*0.3)+(20*0.4)=$$

$$0+1.5+3.6+5.4+8=$$

$$18.5=$$

تمرين :

أحسب الطلب المتوقع للفترة العاشرة في المثال الثاني مستخدما 03 فترة متوسط متحرك و على أساس الأوزان النسبية التالية:

الأسبوع	الطلب	الوزن
1	52	0.20
2	60	0.30
3	56	0.50

$$M_t = (\infty_1 A_{t-1})(0.20*52) + \infty_2 A_{t-2}(0.30*60) + \infty_3 A_{t-3}(0.50*50)$$

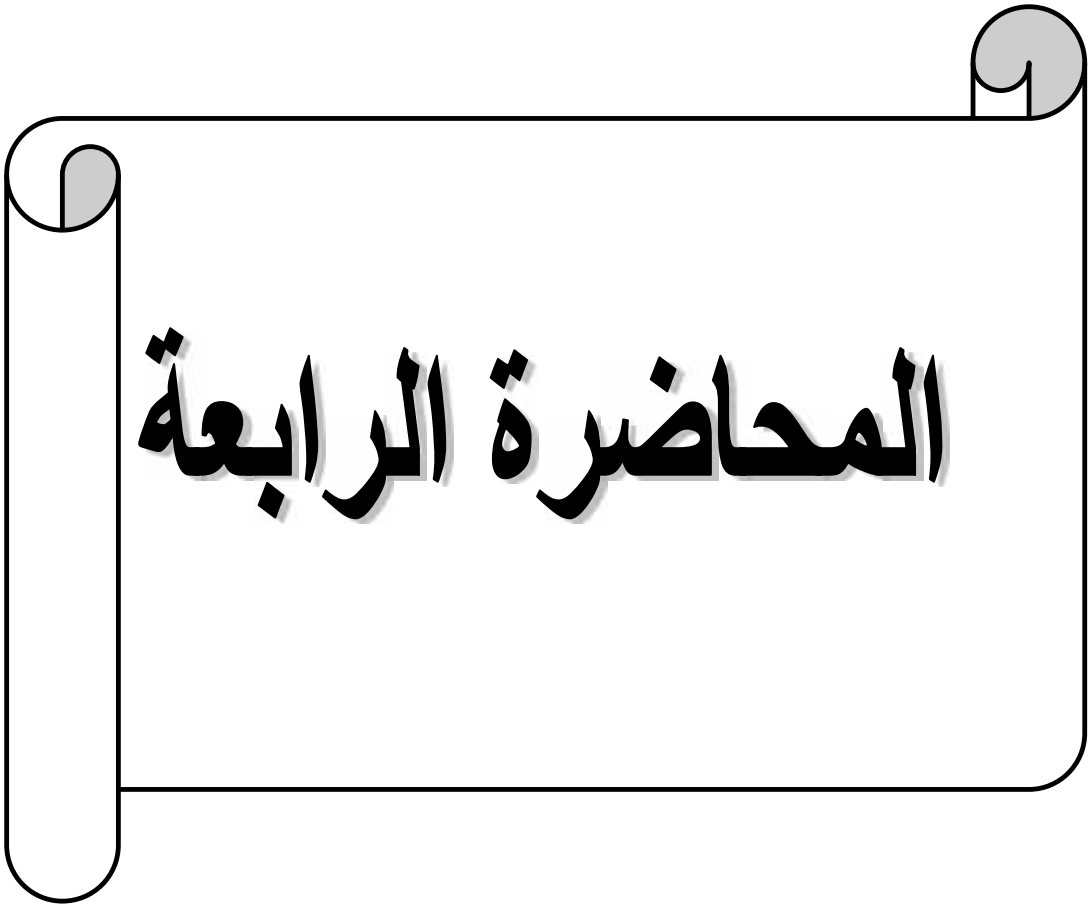
$$M_4 = 10.40 + 18 + 28 = 56.40$$

$$\sum_{i=1}^{n} \infty_i = 1 = (0.30 + 0.50 + 0.20)$$

التنبؤ بالطلب للفترة الرابعة = (0.20 * 52) + (0.30 * 60) + (0.50 * 56)

التنبؤ بالطلب للفترة الرابعة = 10.40 + 18 + 28

التنبؤ بالطلب للفترة الرابعة = 56,40 وحدة .


المحاضرة الرابعة

سادسا : طريقة التعديل أو التمهيد الأسي

تعتمد هذه الطريقة على أخذ التنبؤ الخاص بالفترة السابقة و إجراء تعديل عليه للحصول على التنبؤ الخاص بالفترة التالية.

يعتبر هذا التعديل عن الخطأ التنبؤ في الفترة السابقة و يتم حسابه بضرب خطأ التنبؤ في الفترة السابقة في معامل ثابت يتراوح بين (صفر، 1) و يطلق على هذا المعامل اسم ألفا ~ أو معامل ثابت للتمهيد.

$$S_T = S_{T-1} + \sim [A_T - S_{T-1}]$$

$$S_T = \sim A_T + (1 - \sim) S_{T-1}$$

$$P_T = \sim (A_{t-1}) + (1 - \sim)(X_{t-1})$$

$$P_T = (X_{t-1}) + \sim (A_t - X_{t-1})$$

1- الرموز:

S_t و P_t = ت ف = التنبؤ للفترة ف (الفترة الجديدة)

S_{t-1} و X_{t-1} = ت ف-1 = التنبؤ للفترة ف-1 (الفترة السابقة)

A_{t-1} = ط ف-1 = الطلب الفعلي للفترة ف - 1 (الفترة السابقة)

~ = معامل التمهيد (من صفر إلى 1)

2- المعاملات:

معناه التنبؤ الفترة الحالية = تنبأ الفترة السابقة + ~ (طلب فعلي للفترة السابقة – تنبؤ الفترة السابقة)

أو تنبؤ الفترة الجديدة = ~ (طلب فعلي للفترة السابقة) + (1 –~) (التنبؤ للفترة السابقة).

مع الملاحظة التالية:

معامل التعديل أو التمهيد (~) تتراوح قيمته بين (صفر ، 1) و يحسب كالتالي:

عدد الفترات المتوسط المتحركN حيث أن $\frac{2}{N+1}$

مثل: نفس المثال الثاني و لكن الخبير أقترح علة مدير المخزن استخدام طريقة التمهيد الأسي و بمعاملات تمهيد 0.1 و لهذا لابد من مقارنة التنبؤات باستخدام كل معاملات التمهيد عن الأسابيع (1 – 10)

أ- التنبؤ بالطلب في حالة إستخدام ألفا = 0.1

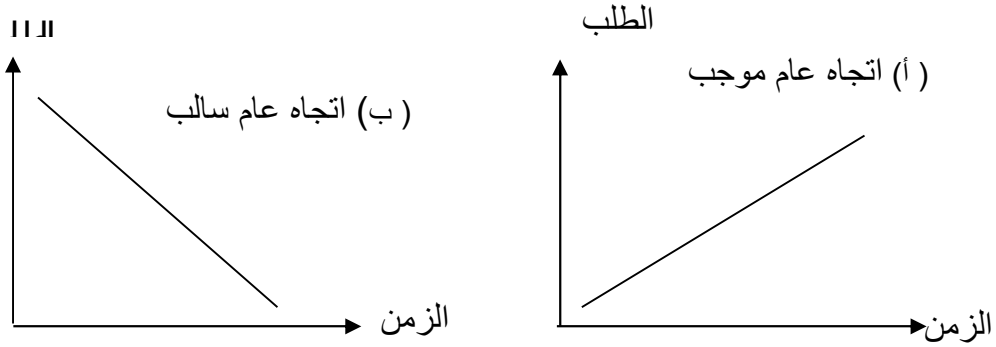
	Xt	الطريقة	
1	90	0.1(90)+0.90(90)=90 ou 90+0.10(90-90)=90	90.00
2	105	0.1(105)+0.90(90)=91.5 ou 90+0.10(105-90)=91.5	91.50
3	95	0.1(95)+0.90(91.5)=91.85 ou 91.5+0.10(95-91.5)=91.85	91.85
4	110	0.1(110)+0.90(91.85)=93.67 ou 91.85+0.10(110-91.85)=93.67	93.67
5	95	0.1(95)+0.90(93.67)=93.80 ou 93.67+0.10(95-93.67)=93.80	93.80
6	95	0.1(95)+0.90(93.80)=93.92 ou 93.80+0.10(95-93.80)=93.92	93.92
7	105	0.1(105)+0.90(93.92)=95.03 ou 93.92+0.10(105-93.92)=95.03	95.03
8	120	0.1(120)+0.90(95.03)=97.53 ou 95.03+0.10(120-95.03)=97.53	97.53
9	120	0.1(120)+0.90(97.53)=99.78 ou 97.53+0.10(120-97.53)=99.78	99.78
10	115	0.1(115)+0.90(99.78)=101.30 ou 99.78+0.10(115-99.78)=101.30	101.30

سابعا : طريقة التنبؤ من خلال الإتجاه العام

و تعنى ظاهرة الإتجاه العام وجود أرقام للطلب الفعلي تأخذ اتجاها عاما بالزيادة أو الانخفاض.

في الحالة الأولى يكون اتجاها موجبا و في الحالة الثانية يكون اتجاها سالبا.

و يمكن توضيحيهما في الشكلين التاليين:



بيانات الإتجاه العام الموجب و السالب

معادلات الخط المستقيم هي:

Y_t est la variable dépendante X_t la variable indépendante où

$$Y_i = A + bX_i$$ حيث أ

x = عدد الفترات الزمنية y_x =التنبؤ بالطلب في الفترة x A = قيمة Y_x عندما تكون x = صفر

b = ميل الخط ،و للتعويض في المعادلة السابقة، يتم حساب القيم التالية:

$$b = \frac{\left(\sum XY\right) - n\,\overline{X}\,\overline{Y}}{\left(\sum X^2\right) - n\,\overline{X}^2}$$

$$b = \frac{n\left(\sum XY\right) - \sum X \sum Y}{n\left(\sum X^2\right) - \left(\sum X\right)^2}$$

$$a = \frac{\left(\sum Y\right) - bX}{N}$$

$$a = \overline{Y} - b\overline{X}$$

فنجد أن :

$$\overline{X}_t = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} \qquad \overline{X}_t = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$

مثل:

X	Y	XY	X^2	Y^2	Prévision
1	600	600	1	360000	803.1
2	1550	3100	4	2402500	1160.9
3	1500	4500	9	2250000	1520.5
4	1500	6000	16	2250000	1880.1
5	2400	12000	25	5760000	2239.7
6	3100	18600	36	9610000	2599.4
7	2600	18200	49	6760000	2959.0
8	2900	23200	64	8410000	3318.6
9	3800	34200	81	14440000	3678.2
10	4500	45000	100	20250000	4037.8
11	4000	44000	121	16000000	4397.4
12	4900	58800	144	24010000	4757.1
78	33350	268200	650	112502500	

$$b = \frac{\left(\sum XY\right) - n\overline{X}\,\overline{Y}}{\left(\sum X^2\right) - n\overline{X}^2} = \frac{(268200) - 12\,(6.5)(2779.17)}{(650) - (6.5)^2}$$

$$b = \frac{\left(\sum XY\right) - n\overline{X}\,\overline{Y}}{\left(\sum X^2\right) - n\overline{X}^2} = \frac{(268200) - (12)(18064.61)}{(650) - (12)(42.25)} = \frac{51424.74}{143} = 359.61$$

$$b = \frac{n\left(\sum XY\right) - \sum x.\sum y}{n\left(\sum X^2\right) - \left(\sum x^2\right)} = \frac{12(26200) - 78(33350)}{12(650) - (78)^2} = \frac{3218400 - 2601300}{7800 - 6084} = \frac{617100}{1716} = 359.61$$

$$a = \frac{\left(\sum Y\right) - bX}{N} = \frac{(33350) - 359.61(78)}{12} = \frac{5300.42}{12} = 441.70$$

$$Y_i = 441.70 + 35.61x = 441.70 + 35.61(13) = 904.63$$

تمرين:

حدد معادلة خط الإتجاه و تنبأ بالمبيعات عن الأعوام 8 و 9 باستخدام البيانات التالية:

و هذا بطريقة معادلة الإنحدار.

السنوات	19	19	19	19	19	20	20
المبيعات	20	25	27	22	30	32	35

الحل:

السنة	Ventes-	Période	X^2	XY
1995	20	1	1	20
1996	22	2	4	44
1997	27	3	9	81
1998	25	4	16	100
1999	30	5	25	150
2000	32	6	36	192
2001	35	7	49	245
	= ∑Y	28 =∑X	= ∑X^2	= ∑ XY

$$Y_i = A + bX_i$$

$$27.28 = \frac{9}{7} = \bar{Y} \quad ، \quad 4 = 7/28\frac{2}{7} = \bar{X}$$

معادلة الخط المستقيم :

$$\sum y = n.A + B\sum X$$

$$\sum XY = A\sum X + B\sum X^2$$

بإدخال مج على المعادلة فتصبح :

$$832 = 28A + 140B$$

$$191 = 7A + 28B$$

بالضرب في 4

$$764 = 28A + 112B$$

$$68 = 28B$$

$$B = \frac{68}{28} = 2.43$$

بالطرح:

$$832 = 28A + (2.43)140$$

$$832 = 28A + 340.2$$

$$A = \frac{832 - 340.2}{28} = 17.56$$

بالتعويض في المعادلة الرئيسية:

$$Y_i = 17.56 + 2.43(8)$$

$$Y_8 = 17.56 + 19.44$$

$$Y_8 = 37$$

المحاضرة الخامسة

ثامنا : طريقة مايير Méthode de MAYER

التنبؤ بالطلب حسب طريق مايير Méthode de MAYER ، عندما يكون الإنحراف الخاص بالطلب منتظم و سليم و متناسق، و عليه يمكن الإلتجاء الى طريق مايير .

من خلال المثال الثالي سوف نعرف اذا كنا نستطيع تطبيق طريقة مايير .

الفترات	01	02	03	04	05
القيمة	500	550	600	655	؟
نسبة		%10	%9.1	%9.2	

يمكن حل هذه الطريقة عبر المراحل الرئيسية التالية :

1- استعمال فوجين متوازنين لنفس عدد الفترات .

الفترات	01	02	03	04	
القيمة	500	550	600	655	

2- حساب احداثيات **P1 و P2**

(1 + 2) / 2 = 1.5 **(3 + 4) / 2 = 3.5**

الفترات	01	02	03	04	
القيمة	500	550	600	655	

(500 + 550) / 2 = 525 **(600 + 655) / 2 = 625**

P1 = (1.5 ; 525) **P2 = (3.5 ; 627.5)**

- استعمال احداثيات P1 و P2 لتحديد المعادلة Y = ax + b

P1 = (1.5 ; 525) ⟶ 525 = a1.5 + b

P2 = (3.5 ; 627.5) ⟶ 627.5 = a3.5 + b

4- ايجاد قيمة a من خلال المعادلتين الاولى و الثانية

525 = a1.5 + b

627.5 = a3.5 + b

من تساوي المعادلتين :

627.5 - 525 = a3.5 - a1.5+ b - b

102.5 = 2a

a= 51.25

5- ايجاد قيمة b من خلال المعادلتين تعويض a بقيمتها الحقيقية

1- 525 = a1.5 + b

2- 627.5 = a3.5 + b

525 = 51.25 x 1.5 + b

525 = 76.88 + b

448.12 = b

6- ايجاد y التنبئي بتعويض x.

Y = a x + b

Y = 51.25 x 5 + 448.12

Y = 256.25 + 448.12

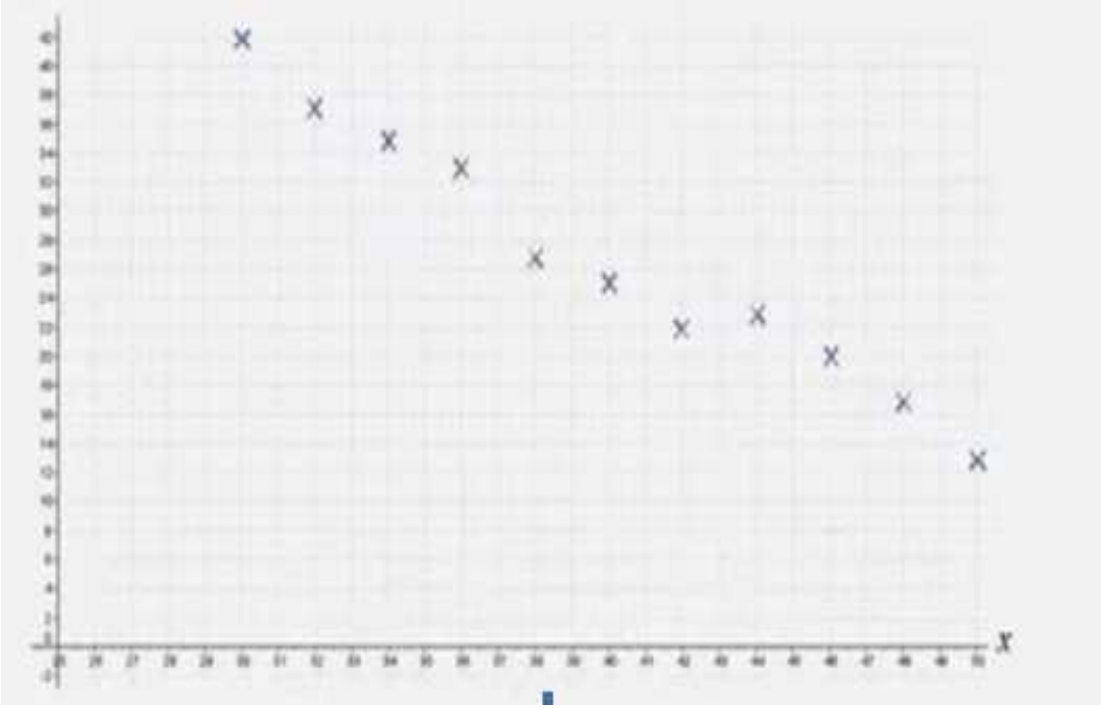
Y = 704.37

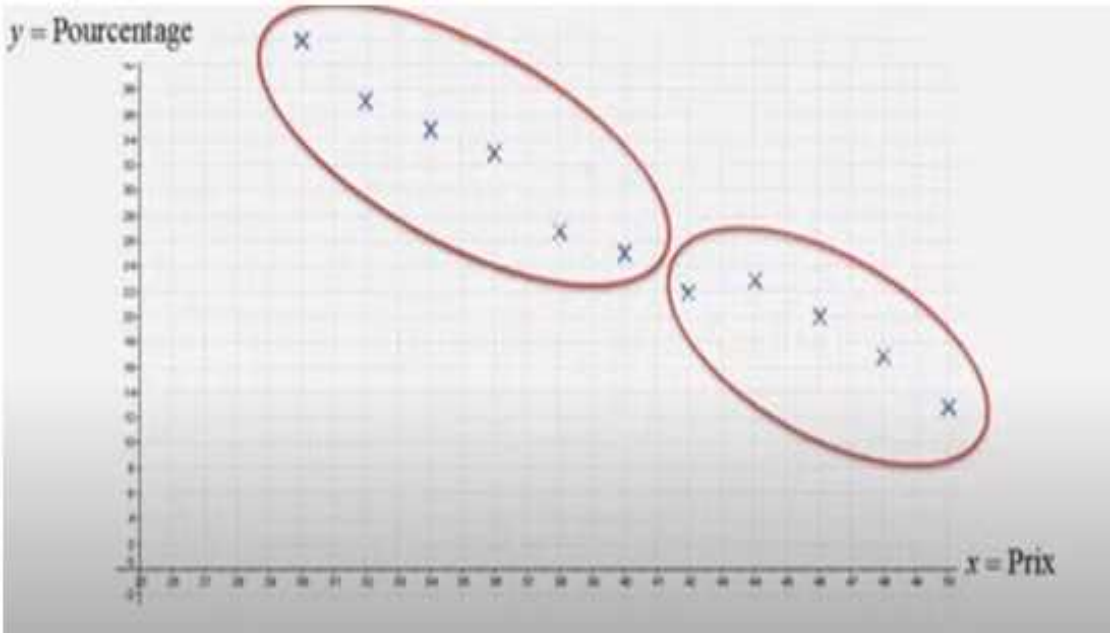
و هي القيمة المتنبأ بها خلال الفترة الأخيرة.

7- المطابقة الخطية

من خلال المثال الثاني نستطيع تطبيق هذه المعادلة الخطية حسب المعطيات التالية المأخوذة في الجدول التالي :

السعر	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
نسبة المئوية للزبائن	13	17	20	21	22	25	27	33	35	37	42





السعر	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
نسبة المئوية للزبائن	13	17	20	21	22	25	27	33	35	37	42

$$X_{G_1} = \frac{30 + 32 + 34 + 36 + 38 + 40}{6}$$

G1 G2

السعر	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
نسبة المئوية للزبائن	13	17	20	21	22	25	27	33	35	37	42

$$X_{\pm} = 35$$

$$X_{G_1} = \frac{30 + 32 + 34 + 36 + 38 + 40}{6} = 35$$

$$X_{G_1} = \frac{42 + 44 + 46 + 48 + 50}{5}$$

$$X_{G_1} = \frac{42 + 37 + 35 + 33 + 27 + 25}{6} = 33.17$$

G_1 (35 ;33.17)

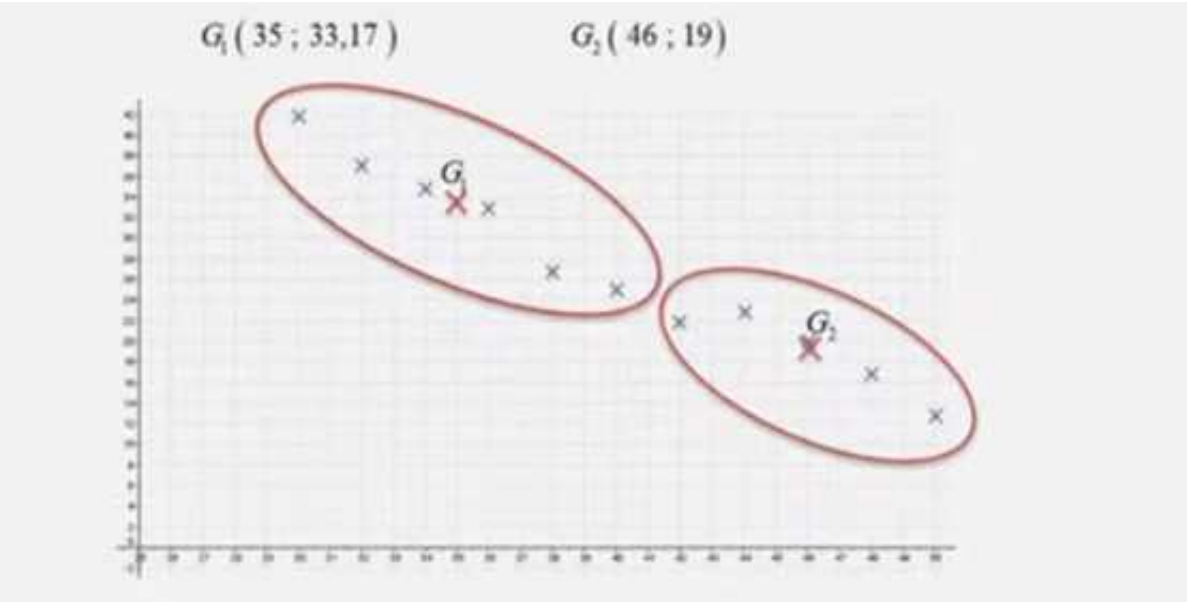
G2 G1

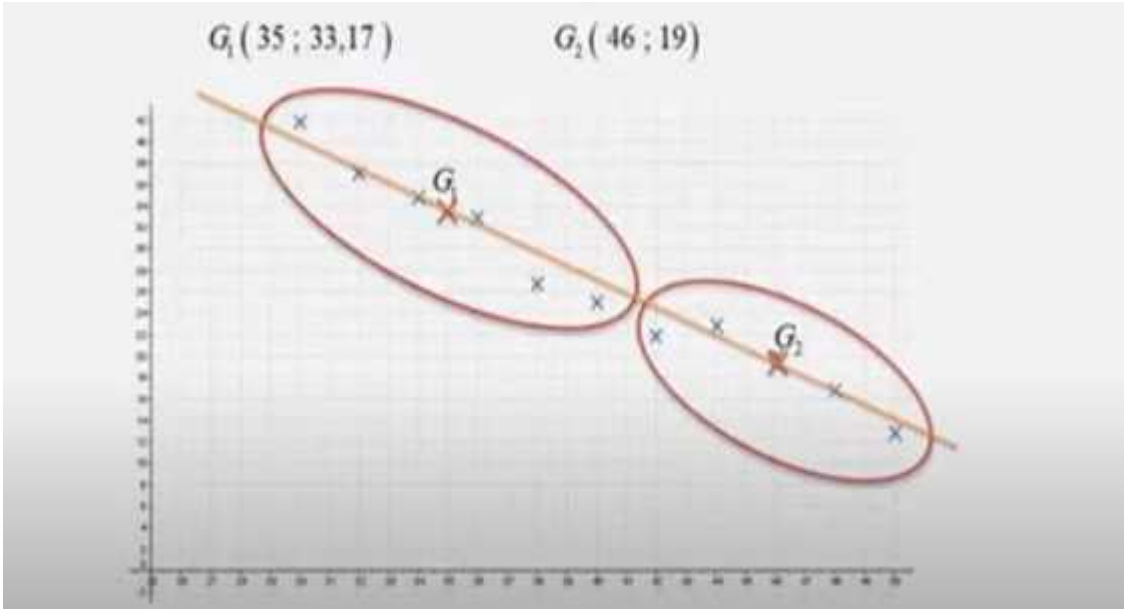
50	48	46	44	42	40	38	36	34	32	30	السعر
42	37	35	33	27	25	22	21	20	17	13	المئوية للزبائن

$$X_{G_1} = \frac{30+32+34+36+38+40}{6} = 35 \qquad X_{G_2} = \frac{42+44+46+48+50}{5} = 46$$

$$X_{G_1} = \frac{42+37+35+33+27+25}{6} = 33.17 \qquad X_{G_2} = \frac{22+23+20+17+17}{5} = 19$$

G_1 (35 ;33.17) **G_2 (46 ;19)**





G_1 (35 ;33.17) **G_2 (46 ;19)**

Y = mx + p

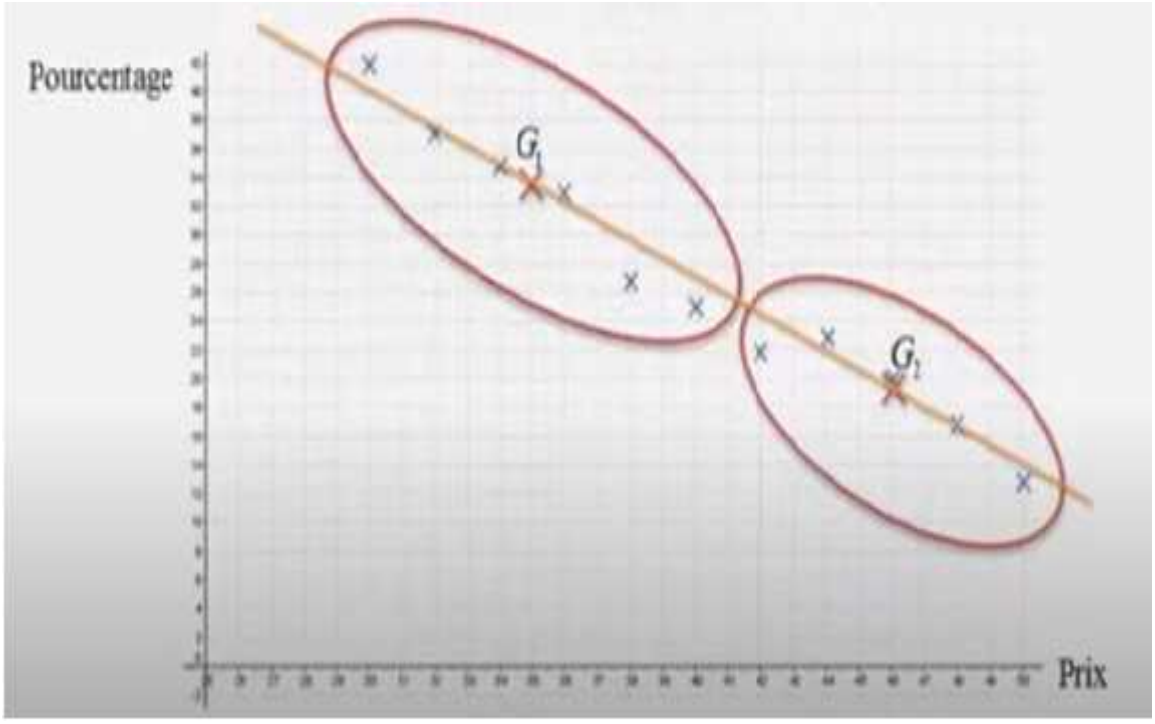
$$m = \frac{y_{G_2} - y_{G_1}}{x_{G_2} - x_{G_1}}$$

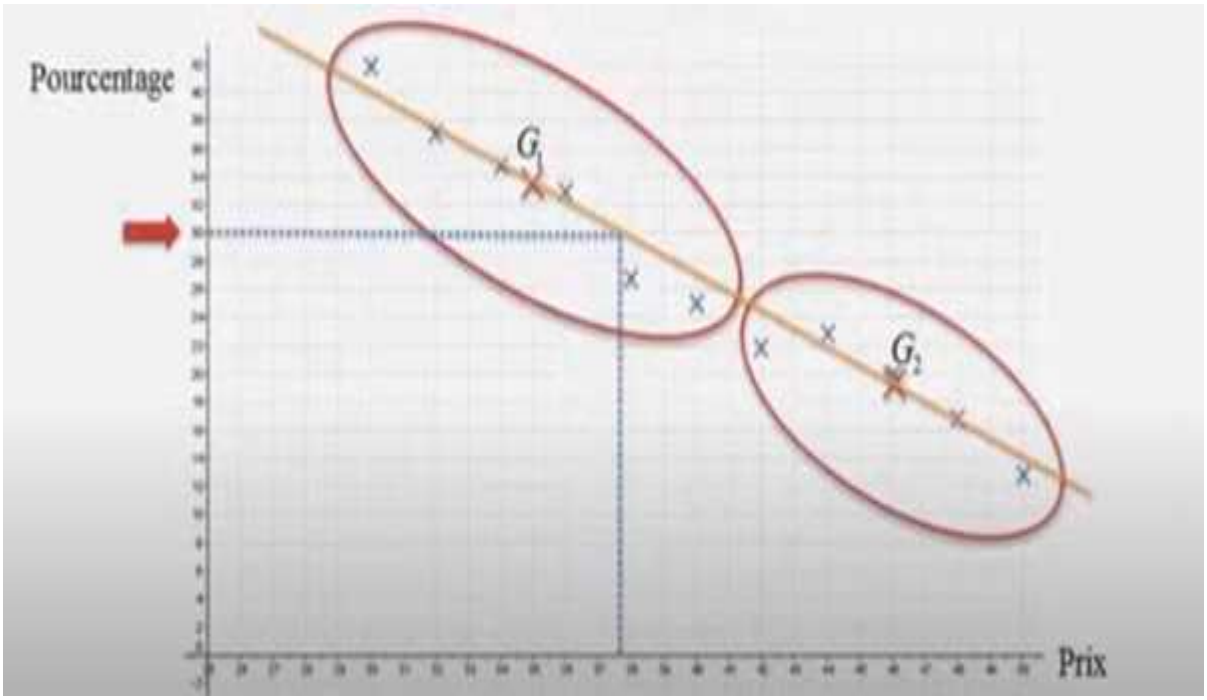
$$m = \frac{19 - 33.17}{46 - 35} = -1.288$$

$$P = Y_{G_1} - m * x_{G_1}$$

$$P = 33.17 - (-1.288) * 35 = 78.25$$

$$Y = -1.288\ x + 78.25$$





X = السعر prix

y = Pourcentage النسبة المئوية

Y=30

$$Y = -1.288\ x + 78.25$$

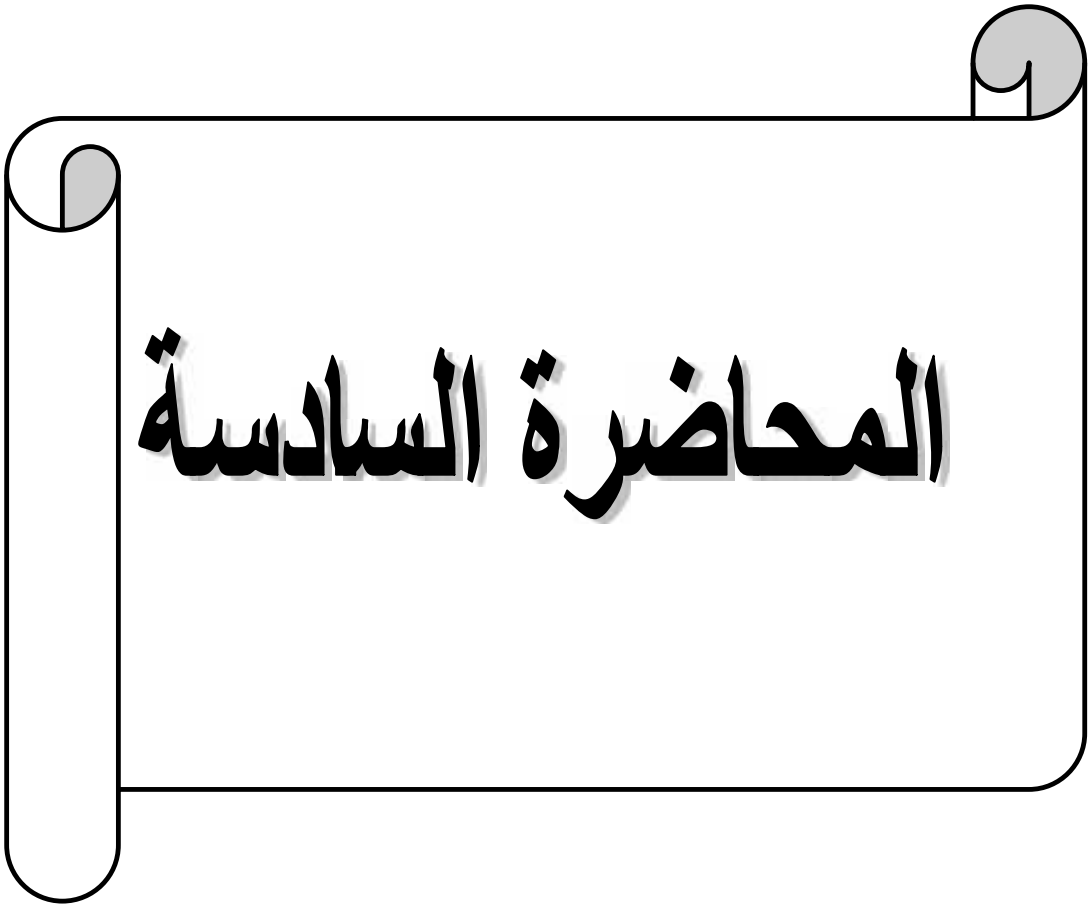
$$30 = -1.288\ x + 78.25$$

$$-1.288\ x + 78.25 = 30$$

$$-1.288\ x = 30 - 78.25$$

$$-1.288\ x = -48.25$$

$$x = -48.25 / -1.288 = 37.46$$


المحاضرة السادسة

تمهيد:

إن التنبؤات يتم التوصل إليها قبل معرفة البيانات الفعلية، لذا يمكن تحديد مدى دقة التنبؤات فقط بعد مرور الزمن أو مرور الوقت. و هكذا عندما تكون التنبؤات قريبة جدا من البيانات الفعلية نقول أن لديها دقة عالية و يعتبر خطأ التنبؤ بسيطا. أما عندما تكون دقة التنبؤات بعيدة جدا من البيانات الفعلية نقول أن لديها دقة منخفضة و يعتبر خطأ التنبؤ كبيرا، و بالتالي يتم تعديل و ذلك باختيار أسلوب جديد.

و عليه يمكن تسمية معالجة الأخطاء بدقة التنبؤ، و من مقاييس دقة التنبؤ، يمكن تقسيمها إلى عدة نماذج رئيسية و منها :

أولا : متوسط الانحراف المطلق MAD Mean Absolute Deviation

تعنى ظاهرة الإتجاه العام وجود أرقام للطلب الفعلي تأخذ اتجاها عاما بالزيادة أو الانخفاض.

$$E.A.M\ (M.A.D) = \frac{I\,V\quad .Rée\ .D\quad .-V\quad .E\quad .D\quad .I}{n}$$

$$\text{MAD} = \frac{\sum_{i=1}^{n} |x_i - p_i|}{n}$$

مثال : نفترض بأن لديك البيانات التالية من الطلبات الفعلية و الطلبات المقدرة و طلب منك حساب متوسط الإنحراف المطلق MAD .

Estimé	Réel	Période
215	217	1
216	213	2
215	216	3
214	210	4
211	213	5
214	219	6
217	216	7
216	212	8

الحل : و هو يمر بعدة مراحل رئيسية منها :

المرحلة الأولى : حساب الأخطاء

Ecart أو Erreur (réel –estimé)	Estimé	Réel	Période
2 = 215-217	215	217	1
3 -	216	213	2
1	215	216	3
4 -	214	210	4
2	211	213	5
5	214	219	6
1 -	217	216	7
4 -	216	212	
2 -			

المرحلة الثانية : حساب الخطأ المطلق

Erreur absolu	Ecart أو Erreur (réel –estimé)	Estimé	Réel	Période
2	2 = 215-217	215	217	1
3	3 -	216	213	2
1	1	215	216	3
4	4 -	214	210	4
2	2	211	213	5
5	5	214	219	6
1	1 -	217	216	7
4	4 -	216	212	8
22	2 -	المجموع		

المرحلة الثالثة : حساب المتوسط الإنحراف المطلق

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^{n} |x_i - p_i|}{n}$$

$$MAD = \frac{\sum |22|}{8}$$

$$MAD = \frac{22}{8}$$

$$MAD = 2.75$$

متوسط الإنحراف المطلق MAD يساوي 2.75.

معنى ذلك يمكن أن نفسر هذا كون القيمة الموجودة تبعد عن الصفر مما يتواجد هنالك أخطاء كبيرة عند استخدامك هذه الطريقة.

ثانيا : متوسط مربع الخطأ M.S.E Mean Squared Error

و يستخدم بالمعادلة التالية:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n} (A_i - F_i)^2}{N-1}$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n} (E_i)^2}{N-1}$$

مثل:

نفترض بأن لديك البيانات التالية من الطلبات الفعلية و الطلبات المقدرة و طلب منك حساب متوسط مربع الخطأ.

الفترة	المبيعات الفعلية	المبيعات المقدرة
1	27	23
2	35	25
3	29	31
4	33	30
5	37	32
6	41	34
7	35	38

المطلوب : حساب مربع الخطأ MSE

الحل:

لابد من المرور بعدة مراحل اساسية منها :

المرحلة الأولى : حساب الأخطاء

الفترة	المبيعات الفعلية	المبيعات المقدرة	خطأ التنبؤ (الفعلي-المقدار)
1	27	23	4 = 23 - 27
2	35	25	10
3	29	31	2 -
4	33	30	3
5	37	32	5
6	41	34	7
7	35	38	3 -
			24

المرحلة الثانية : حساب الخطأ المربع

الفترة	المبيعات الفعلية	المبيعات المقدرة	خطأ التنبؤ (الفعلي-المقدار)	مربع الخطأ
1	27	23	4 = 23 - 27	16
2	35	25	10	100
3	29	31	2 -	4
4	33	30	3	9
5	37	32	5	25
6	41	34	7	49
7	35	38	3 -	9
			24	212

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n} (A_i - F_i)^2}{N - 1}$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n} (24)^2}{7 - 1} = \frac{212}{6}$$

$$MSE = 35.33$$

المحاضرة السابعة

ثالثا : قياس خطأ التنبؤ بأسلوب BIAS (متوسط الانحرافات للجمع الجبري)

لتحديد أن هذه الطريقة تؤدي إلى طلب المقدر أعلى من الطلب الفعلي إذا كانت النتيجة بالموجب، أما إذا كان الطلب المقدر أقل من الطلب الفعلي إذا كانت النتيجة بالسالب ، و يمكن حساب النتيجة أو قيمة هذا المتوسط بالمعادلة التالية:

$$BIAS = \frac{\sum_{i=1}^{n} (E_i)}{N}$$

مثل:

نفرض أنه توفرت لدينا المعلومات عن الطلب الفعلي و المقدر عن الخمسة شهور الأولى من عام 2000 على الوجه التالي:

الفترات	الطلب الفعلي	الطلب المقدر
01	200	202
02	200	210
03	300	280
04	300	270
05	250	300

المطلوب:

- حساب قيمة الانحرافات BIAS.
- تحديد اتجاه الخطأ في تقدير و معادلة كنسبة مئوية.

الحل:

الحل يمر بعدة مراحل منها :

1- المرحلة الأولى : حساب الاخطاء

الفترات	الطلب الفعلي	الطلب المقدر	الخطأ
01	200	202	2-
02	200	210	10-
03	300	280	20
04	300	270	30
05	250	300	50-
المجموع			12-

2- المرحلة الثانية : حساب BIAS متوسط الانحرافات للجمع الجبري

$$BIAS = \frac{\sum_{i=1}^{n} (E_i)}{N}$$

$$BIAS = \frac{-12}{5}$$

$$BIAS = -2.4$$

3- المرحلة الثالثة : ملخص عام للعملية

الفترة	الطلبات المقدرة	الطلبات الفعلية	خطأ التنبؤ(الفعلي-المقدار)	المعادلة
1	202	200	2 - = 202 - 200	
2	210	200	10 -	
3	280	300	20	= BIAS متوسط
4	270	300	30	= 2.4 -
5	250	300	50-	
			12-	

حيث أن قيمة المتوسط بالسالب و تبلغ 2.4 فهذا يعني أن التقدير الطلب أقل من الواقع الفعلي، معنى ذلك أن خطأ التنبؤ يتجه نحو خفض التقديرات.

أما معدل هذا الانخفاض منسوبا للمتوسط الفعلي فإنه يبلغ 1 % تقريبا.

$$\text{معدل إتجاه خطأ BIAS} = \frac{-2.4}{242.40} X\,100 = 0.99$$

$$B \quad \text{معدل إتجاه خطأ} = \frac{-2.4}{242.40} X\ 100 = 0.99$$

تعتبر هذه الطريقة الشائعة الاستعمال خصوصا في المؤسسات الصغيرة الحجم و في حالة التنبؤ القصير المدى أو الآجال أو أن المؤسسة تتعامل في سوق و المنتجات محدودة.

رابعا : إشارات الانتباه TS Tracking Signal

و يطلق عليه إسم TS وهو عبارة عن الأخطاء التراكمية في عملية التنبؤ مقسومة على قيم MAD المناظرة لها و يستخدم بالمعادلة التالية:

$$TS = \frac{\text{Running Sum of Forecast Errors}}{\text{Mean Absolute Deviation}}$$

$$T = \frac{\text{الخطأ التراكمي في فترة معينة}}{\text{قيمة } M \text{ عن نفس الفترة}}$$

مثال :

الفترات	الطلب الفعلي	الطلب المقدر
01	47	43
02	51	44
03	54	50
04	55	51
05	49	54
06	46	48
07	38	46
08	32	44
09	25	35
10	24	26

المطلوب:

- حساب TS حسب المعلومات المتواجدة لدينا.
- حساب اشارات الإنتباه TS .

الحل:

الحل يمر بعدة مراحل منها :

1- حساب الخطأ

الشهر	المبيعات الفعلية	المبيعات المقدرة	خطأ التنبؤ (الطلب الفعلي-المقدار)
1	47	43	4 = 43 - 47
2	51	44	7
3	54	50	4
4	55	51	4
5	49	54	5 -
6	46	48	2 -
7	38	46	8 -
8	32	44	12 -
9	25	35	10 -
10	24	26	2 -
			20 -

2- حساب الخطأ المطلق

الشهر	المبيعات الفعلية	المبيعات المقدرة	خطأ التنبؤ (الطلب الفعلي-المقدار)	الخطأ المطلق
1	47	43	4 = 43 - 47	4
2	51	44	7	7
3	54	50	4	4
4	55	51	4	4
5	49	54	5 -	5
6	46	48	2 -	2
7	38	46	8 -	8
8	32	44	12 -	12
9	25	35	10 -	10
10	24	26	2 -	2
			20 -	58

3- حساب الخطأ التراكمي

الشهر	المبيعات الفعلية	المبيعات المقدرة	خطأ التنبؤ (الطلب الفعلي-المقدار)	الخطأ المطلق	الخطأ التراكمي
1	47	43	4 = 43 - 47	4	4
2	51	44	7	7	11
3	54	50	4	4	15
4	55	51	4	4	19
5	49	54	5 -	5	14
6	46	48	2 -	2	12
7	38	46	8 -	8	4
8	32	44	12 -	12	8 -
9	25	35	10 -	10	18 -
10	24	26	2 -	2	20 -
			20 -	58	20 -

مجموع التراكمي للشهر العاشر هي -20

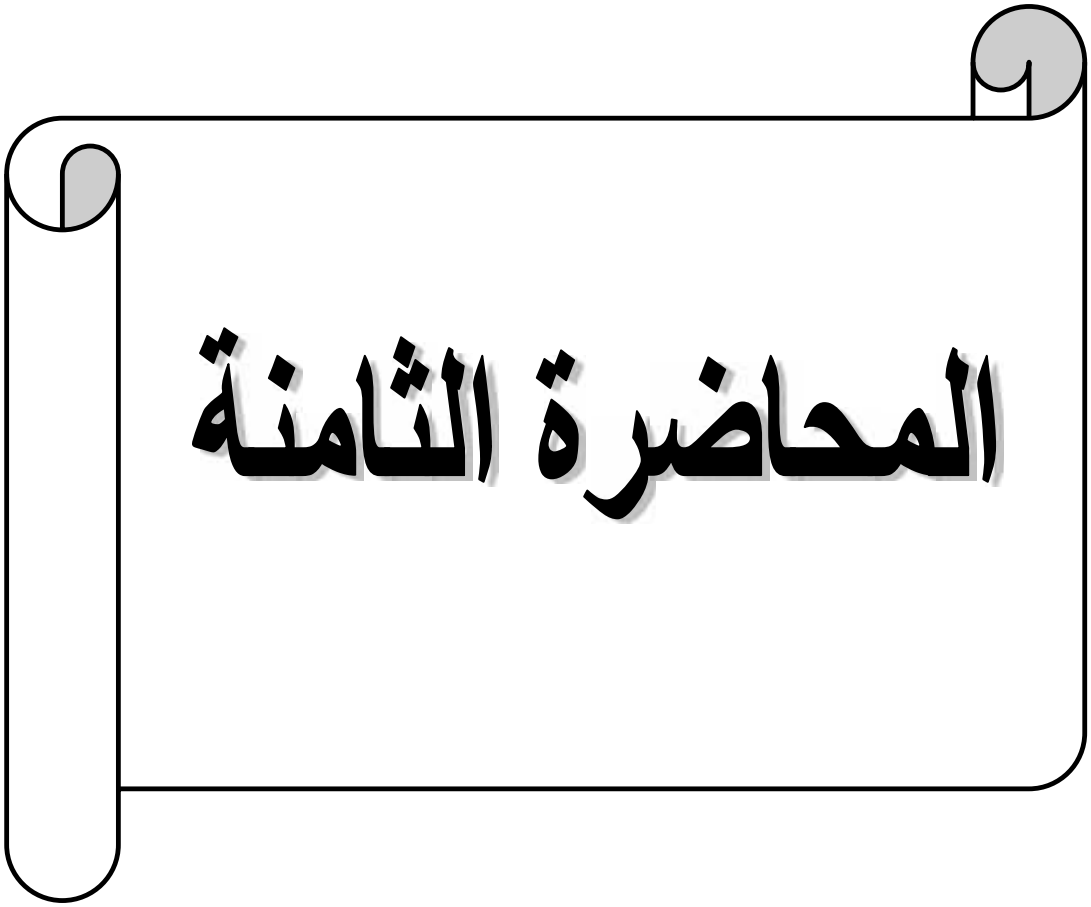
$$MAD = \frac{\sum |58|}{10} = 5.8$$

$$TS = \frac{\sum (f.i)_n}{MAD}$$

$$TS = \frac{-20}{5.8}$$

$$TS = \pm 3.44$$

إشارة الإنتباه للشهر العاشر = - 3.44 ، معناه وقوع هذا الرقم في حدود 4 و لذلك يعتبر التنبؤ جيدا.


المحاضرة الثامنة

خامسا: متوسط الخطأ النسبي المطلق MAPE

هي طريقة اخرى تستعمل من خلالها في حساب دقة التنبؤات من خلال حصص نسبية، تدخل ضمن هذه الحسابات عدة معطيات منها :

- القيم الحالية او الحقيقية

- قيمة الاخطاء المطلقة

- النسبة المئوية

الصيغة الرياضية لهذه الطريقة هي :

Error I / Actual x 100% I

الخطأ المطلق / القيمة الحالية x 100 %

I e I Actuel x 100%

مثل:

من خلال المعلومات البيات المأخودة من خلال احدى المؤسسات للطلبات المنتوج X كانت مبينة على النحو التالي:

الفترة	الطلب
01	390
02	440
03	400
04	450
05	380
06	430
07	390

المطلوب : حساب متوسط خطأ النسبي المطلق MAPE .

الحل:

لابد من المرور بعد مراحل للوصول الى المطلوب المراد تحقيقه ،و ينمكن تبيان هذه المراحل من خلال ما يلي:

1- حساب التنبؤ من خلال متوسط متحرك هو ثلاثة فترات

الفترة	الطلب	التنبؤ	الخظأ	الخطأ المطلق	الخطأ المربع	نسبة الخطأ
01	390					
02	440					
03	400					
04	450	410				
05	380	430				
06	430	410				
07	390	420				
08		400				

- للوصول الى تحقيق التنبؤات لابد من الخطوات التالية:

أ- 3 / 400 + 440 + 390

3 / 1230

410 =

ب- 3 / 450 + 400 + 440

3 / 1290

430 =

ت- 3 / 380 + 450 + 400

3 / 1230

410 =

2- حساب الأخطاء (الخطأ) **e**

الفترة	الطلب	التنبؤ	الخظأ	الخطأ المطلق	الخطأ المربع	نسبة الخطأ
01	390					
02	440					
03	400					
04	450	410	40			
05	380	430	50-			
06	430	410	20			
07	390	420	30-			
08		400				

- هو الفرق بين القيمة الحقيقية و القيمة المتنبأ بها ، و تحسب على النحو التالي:

أ- 450 – 410

= **40** و هو الخطأ **e**

ب- 380 – 430

= **50-** و هو الخطأ **e**

ت- 430 – 410

= **20** و هو الخطأ **e**

3- حساب (الخطأ المطلق) | **e** |

الفترة	الطلب	التنبؤ	الخطأ	الخطأ المطلق	الخطأ المربع	نسبة
01	390					
02	440					
03	400					
04	450	410	40	40		
05	380	430	50-	50		
06	430	410	20	20		
07	390	420	30-	30		
08		400	∑	140		

هو الخطأ **e** الناتج عن الفرق بين القيمة الحقيقية و القيمة المتنبأ بها و لكن بالقيمة المطلقة معناه النتائج كلها تكون موجبة مهما كانت قيمتها و اشارتها في الأول ، و تحسب على النحو التالي:

أ- 40 = **40** و هي القيمة المطلقة لقيمة 40

ب- 50- = **50** و هي القيمة المطلقة لقيمة 50-

ج- 20 = 20 و هي القيمة المطلقة لقيمة 20 .

4- حساب (الخطأ المربع) $(e)^2$

الفترة	الطلب	التنبؤ	الخظأ	الخطأ المطلق	الخطأ المربع
01	390				
02	440				
03	400				
04	450	410	40	40	1600
05	380	430	50-	50	2500
06	430	410	20	20	400
07	390	420	30-	30	900
08		400	∑	140	5400

$(e)^2$ هو الخطأ الناتج عن مربع الخطأ الناتج عن الفرق بين القيمة الحقيقية و القيمة المتنبأ بها ، و تحسب على النحو التالي:

أ- 40 = **1600** و هي مربع القيمة 40

ب- 50 = **2500** و هي مربع القيمة 50

ت- 20 = **400** و هي مربع القيمة 20 .

5- و هي ناتج قسمة الخطأ المطلق على القيمة الحقيقية او القيمة الحالية مضروبة في النسبة المئوية 100%

الفترة	الطلب	التنبؤ	الخظأ	الخطأ المطلق	الخطأ المربع	نسبة %
01	390					
02	440					
03	400					
04	450	410	40	40	1600	8.89%
05	380	430	50-	50	2500	13.16%
06	430	410	20	20	400	4.65%
07	390	420	30-	30	900	7.69%
08		400	∑	140	5400	34.39%

$(e)^2$ هو الخطأ الناتج عن مربع الخطأ الناتج عن الفرق بين القيمة الحقيقية و القيمة المتنبأ بها ، و تحسب على النحو التالي:

أ- 40 = **1600** و هي مربع القيمة 40

ب- 50 = **2500** و هي مربع القيمة 50

ت- 20 = **400** و هي مربع القيمة 20 .

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n} |E_i|}{V} * 100 \%$$

حيث ان :

- | E | هي الخطأ المطلق
- V القيمة الحقيقية او القيمة الحالية.

إذن النتيجة النهائية هي كالتالي :

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n} |34 \quad .39|}{4} * 100 \quad \%$$

MAPE = 08.60%

تمرين:

اليك البيانات التالية الخاصة بطلبات احدى المواد و هذا خلال الاسابيع السابعة الأولى من سنة 2020 ، و التي كانت على النحو التالي :

الفترات	01	02	03	04	05	06	07
الطلب	180	205	185	200	220	210	180

المطلوب : حساب كل من MAD و BIAS و MSE و MAPE علما ان معامل التمهيد ∞ يساوي 0.1 .

الحل :

المرحلة الأولى : حساب التنبؤ

- البحث عن طريقة حساب التنبؤات

- بما اننا نملك التمهيد الاسي ∞ اذن نستطيع حساب التنبؤ بطريق التعديل الاسي .

N°	X	L.E	$(X_{t-1} - P_{t-1})\infty P_t = P_{t-1}+$
1	180	180	180=180+0.1(180-180)
2	205	182.50	182.50=180+0.1(205-180)
3	185	182.75	182.75=182.50+0.1(185-182.50)
4	200	184.48	184.48=182.75+0.1(200-182.75)
5	220	188.03	188.03=184.48+0.1(220-184.48)
6	210	190.23	190.23=188.03+0.1(210-188.03)
7	180	189.21	189.21=190.23+0.1(180-190.23)

المرحلة الثانية : حساب الخطأ

N°	X	L.E	E
1	180	180	0
2	205	182.50	22.5
3	185	182.75	2.25
4	200	184.48	15.52
5	220	188.03	31.97
6	210	190.23	19.77
7	180	189.21	- 9.21

المرحلة الثالثة : حساب الخطأ المطلق

N°	X	L.E	E	| E |
1	180	180	0	0
2	205	182.50	22.5	22.5
3	185	182.75	2.25	2.25
4	200	184.48	15.52	15.52
5	220	188.03	31.97	31.97
6	210	190.23	19.77	19.77
7	180	189.21	- 9.21	9.21

المرحلة الرابعة : حساب الخطأ المربع

N°	X	L.E	e	| e|	e^2
1	180	180	0	0	0
2	205	182.50	22.5	22.5	506.25
3	185	182.75	2.25	2.25	5.06
4	200	184.48	15.52	15.52	240.87
5	220	188.03	31.97	31.97	1022.08
6	210	190.23	19.77	19.77	390.85
7	180	189.21	- 9.21	9.21	84.82

المرحلة الخامسة : حساب المجاميع

N°	X	L.E	e	| e|	e^2
1	180	180	0	0	0
2	205	182.50	22.5	22.5	506.25
3	185	182.75	2.25	2.25	5.06
4	200	184.48	15.52	15.52	240.87
5	220	188.03	31.97	31.97	1022.08
6	210	190.23	19.77	19.77	390.85
7	180	189.21	- 9.21	9.21	84.82
∑	المجموع		**82.80**	**101.22**	**2249.93**

المرحلة السادسة : حساب النسب المئوية

N°	X	L.E	e	| e|	e^2	%
1	180	180	0	0	0	0
2	205	182.50	22.5	22.5	506.25	0.1097
3	185	182.75	2.25	2.25	5.06	0.0122
4	200	184.48	15.52	15.52	240.87	0.0776
5	220	188.03	31.97	31.97	1022.08	0.1453
6	210	190.23	19.77	19.77	390.85	0.0941
7	180	189.21	- 9.21	9.21	84.82	0.0512
∑	المجموع		**82.80**	**101.22**	**2249.93**	**0.4901**

المرحلة السابعة : حساب MAD

$$E.A.M = M.A.D = \frac{\sum|X - P|}{N}$$

$$M = \frac{8.8}{7} = 11.83$$

MAD = 11.83

المرحلة الثامنة : حساب BIAS

$$B = \frac{\sum(E)}{N}$$

$$B = \frac{-82.80}{7} = -11.83$$

BIAS = - 11.83

المرحلة التاسعة : حساب MSE

$$\text{EQM} = M.S.E = \frac{\sum(P - X)2}{N-1}$$

$$M = \frac{2249.93}{6} = 374.99$$

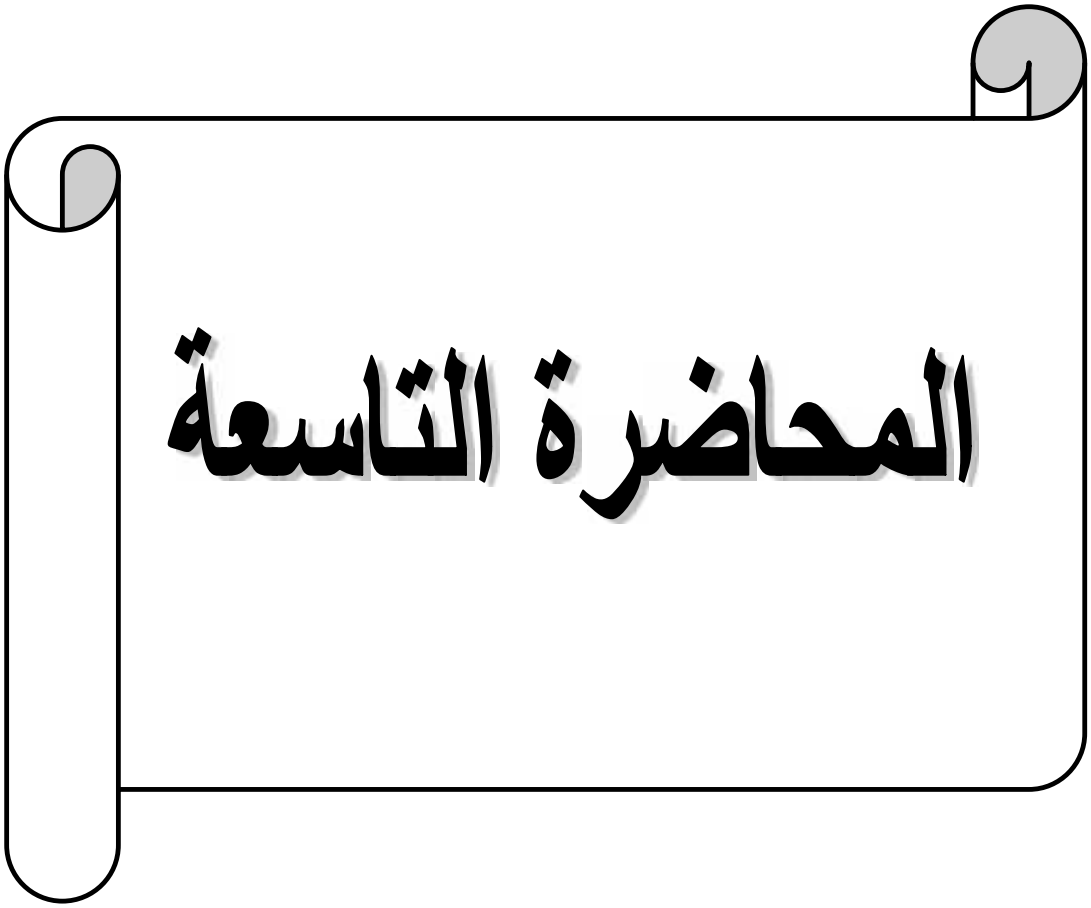
MSE = 374.99

المرحلة العاشرة : حساب MAPE

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{i=1}^{n} |E_i|}{V} * 100 \%$$

$$\text{MAPE} = \frac{0.4901}{7} * 100 \%$$

$$\text{MAPE} = 7 \%$$


المحاضرة التاسعة

تمهيد:

تعد السلاسل الزمنية من المواضيع الإحصائية المهمة التي تتناول سلوك الظواهر، وتفسرها عبر فترة محددة.

ويمكن إجمال أهداف تحليل السلاسل الزمنية بالحصول على وصف دقيق للملامح الخاصة للعملية التي تتولد منها السلسلة الزمنية، وبناء نموذج لتفسير سلوك السلسلة الزمنية واستخدام النتائج للتكهن بسلوك السلسلة في المستقبل، إضافة إلى التحكم في العملية التي تتولد منها السلسلة الزمنية بفحص ما يمكن حدوثه عند تغيير بعض معلمات النموذج. ولتحقيق ذلك يتطلب الأمر دراسة تحليلية وافية لنماذج السلاسل الزمنية بالاعتماد على الأساليب الإحصائية والرياضية.

تحليل السلاسل الزمنية:

يتكون تحليل السلاسل الزمنية من مراحل متسلسلة تبدأ بمرحلة التشخيص للنموذج والتي تعد المرحلة الأهم. وتليها مرحلة تقدير المعلمات للنموذج، ومن ثم مرحلة فحص مدى الملاءمة للنموذج. وتأتي المرحلة الأخيرة وهي مرحلة التكهن أو التنبؤ.
السلسلة الزمنية هي مجموعة من المشاهدات الخاصة بظاهرة معينة خلال فترة متعاقبة وبحدود متتابعة. وتكون السلسلة الزمنية{yt} على نوعين متصلة continuer و منفصلة discrète بحسب ما تأخذه قيم . t ويمكن أن تكون مستقرة إذا كانت الخصائص الاحتمالية لا تتأثر بالزمن أو غير مستقرة ونموذج السلسلة الزمنية هو الدالة التي تربط قيم السلسلة الزمنية بالقيم السابقة لها وأخطائها.

يعتبر نموذج الـ ARIMA من أهم طرق التنبؤ الكمية والتي تستعمل غالبا في عالم الاقتصاد والتجارة بصورة خاصة وعالم التخطيط بصورة عامة , ان هذه الطرق تمثل الطرق الاكثر فائدة واقتصادية ايضا. في الوقت ذاته هناك بعض الطرق الاخرى للتنبؤ يجب على المتنبأ ان يكون ملما بها ومدى الاستفادة منها .

طرق بوكس جينكينـز، يشار لها، اختصاراً، باسم "نماذج أرايما ARIMA والكلمة الإنكليزيةARIMA ، تعبر عن المكونات الثلاث للنموذج: الانحدار الذاتي المتكامل للمتوسط المتحرك .Auto-Regressive Integrated Moving Average

يمكن معرفة طريقة بوكس – جينكينز (B & j) بأنها ظهرت نتيجة الأعمال الباهرة للإحصائيين البريطانيين هما جورج إدوار بلهام بوكس George Edward Pelham Box و ويليم ماريون جنكينز Gwilym Meirion Jenkins في السنوات السبعينات في مؤلفاتهم خاصة في مؤلف 1976.

كانت نظرية متفوقة و ناجحة جدا من الجانب النظري الرياضي، ثم انتقل نجاحها في الحالة التطبيقة مع تطور البرماجيات الإحصائية المتخصصة و هذه النماذج انتسب للتوقع على المدى القصير خاصة 18 شهر و تضعف كلما زادت فترة التوقع.

نموذج بوكس – جينكينز أو نموذج الإنحدار الذاتي و المتوسطات المتحركة إختصارا أريما، و هو طرقة التحليل الإحصائي تستعمل في نمذجة و وصف السلاسل الزمنية و التنبؤات المستقبلية .

و هي طريقة التي تم تعميمها، في كتاب الإحصائيين بوكس و جينكينز ، و الموسوم ب : Time Series Analysis : Forecasting and Control.

أنواع نماذج بوكس– جينكينز

يمكن تقسيم هذا النموذج على نموذجين رئيسيين هما :

1- النماذج الموسمية

2- النماذج اللاموسمية

تنقسم نماذج بوكس – جينكينز اللاموسمية إلى قسمين هما:

1- النماذج غير المستقرة

2- النماذج المستقرة

- النماذج اللاموسمية المستقرة هي تلك النماذج التي تتمتع بخاصية الإستقرار قبل أخذ أي عدد من الفروق و تشمل ما يلي :

أ- نماذج الإنحدار الذاتي Autoregressive Models AR

ب- نماذج المتوسطات المتحركة Moving Average Models MA

ج- نماذج إنحدار الذاتي و المتوسطات المتحركة Autoregressive Moving Average Models ARMA

يطلق على نماذج الإنحدار الذاتي و المتوسطات المتحركة اختصارا أرما فيكون هذا النموذج من الرتبة (p , q) ، فعلى سبيل المثال إذا كانت (p=q=1) عندما يكون لدينا نموذج ARMA (1,1) .

نموذج الإنحدار الذاتي و متوسط المتحرك ARMA

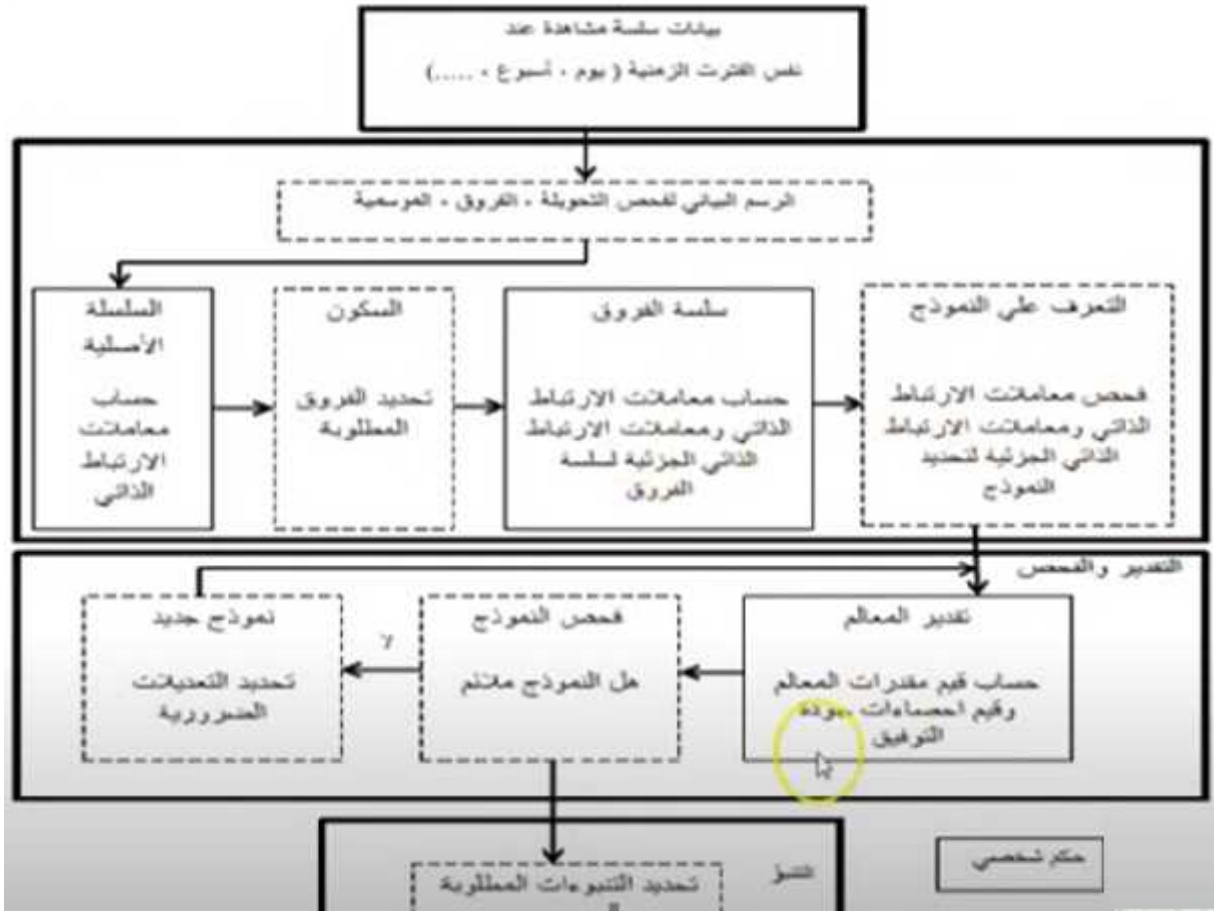
$$Y_T = B_0 + B_1 Y_T + B_2 Y_{T-2} + \dots\dots\dots + B_P Y_{T-P} + e_T$$

$$+W_0 + e_T + W_1 e_{T-1} + W_2 e_{T-2} + \dots\dots\dots - W_q e_{T-q}$$

يشار الى هذا النموذج ب ARMA من الرتبة (p,q) حيث يشير الحروف p إلى رتبة الانحدار الذاتي و يشير الحرف q إلى رتبة المتوسط المتحرك .

تستخدم عادة مع السلاسل الزمنية القصيرة الأجل الاسبوع و الاشهر

نطبق ARMA في حالة استقرار السلسلة ، إذا كانت غير مستقرة نأخذ الفروق الأول و الثاني في التشخيص PACF و الجزئي ACF يتم التوظيف دالة الإرتباط الذاتي.



خطوات تطبيق نماذج بوكس- جينكيز في التنبؤ:

يمكن رسم اهم الخطوات الرئيسية في تطبيق النماذج من خلال المراحل الاساسية الأربعة و هي على النحو التالي:

المرحلة الأولى : التعرف على النموذج أو التشخيص

و هذا من خلال رسم السلسلة الزمنية للتعرف على وجود الإستقرار أو عدم وجوده، كما نرسم الإرتباط الذاتي و دالة الإرتباط الذاتي الجزئي للتأكد من الإستقرار.

علما اننا نأخذ ايضا الفروق للسلسلة إذا لم تكن مستقرة و نكرر الخطوات السابقة و عليه نحدد درجة التكامل ARIMA

فمثلا إذا استقرت السلسلة بعد أخذ الفرق الأول تكون قيمتها = 1، ثم نحدد قيم AR(p) , MA(q).

السؤال المطروح هو كيف يتم تشخيص النموذج الملائم؟ يتم هذا من خلال اختيار النموذج الملائم للتنبؤ من خلال رسم الدوال الاتية:

1- Autocorrelation Function ACF

2- Partial Autocorrelation Function PACF.

Correlogram, ACF and PACF

Model	ACF Pattern	PACF Pattern
AR(p)	Exponential decay or damped sine wave pattern or both	Significant spikes through first lag
MA(q)	Significant spikes through first lag	Exponential decay
ARMA(1, 1)	Exponential decay from lag 1	Exponential decay from lag 1
ARMA(p, q)	Exponential decay	Exponential decay

لابد من التزام بنقاط مهمة في عملية التشخيص منها :

1- لابد من رسم السلسلة

2- تحديد نوعيتها مستقرة ام غير مستقرة

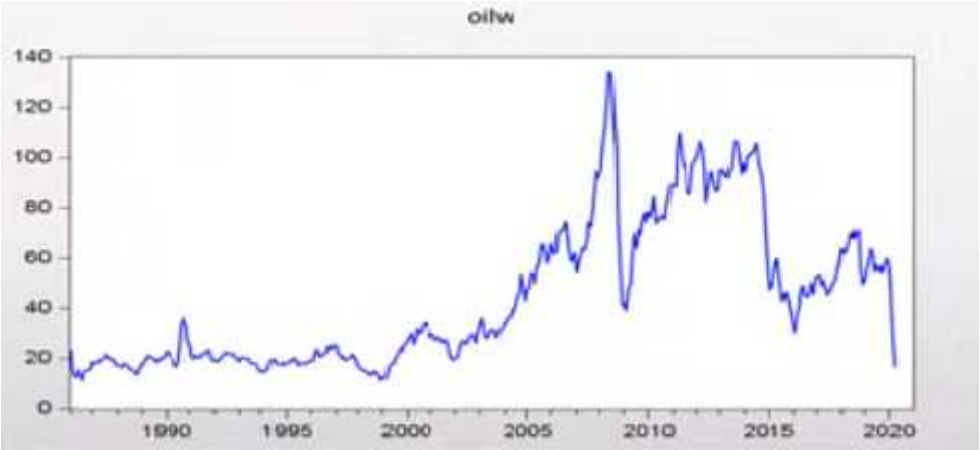
3- رسم ACF و PACF و فحص استقرارية السلسلة من خلال إحصائية Q، إذا كانت مستقرة نذهب إلى الخطوة الرابعة و اذا كانت غير مستقرة ننتقل إلى الخطوة الثالثة

4- أخذ الفروق الأولى للسلسلة الزمنية ثم نجد دالة ACF و PACF.

5- النظر إلى الرسم البياني لدالتي ACF و PACF و تحديد نموذج الملائم.

6- و بالتالي تقدير النموذج المختار.

يمكن تطبيق هذه الخطوة على سلسلة اسعار النفط الخام الشهرية مثلا لمدة من اربعة أشهر سنة 2020 من خلال 412 مشاهدة.



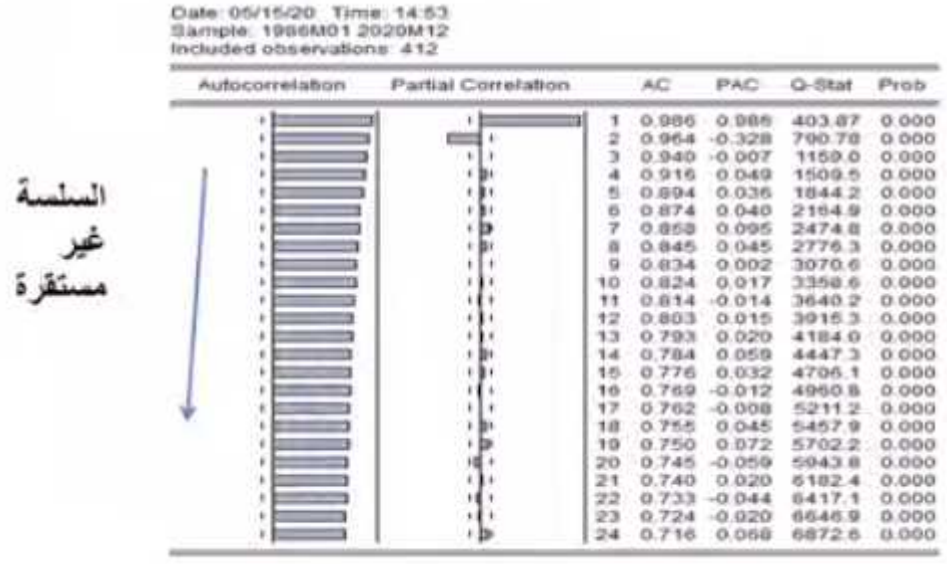
المصدر :

www.Opendatacommons.org

وفق برنامج Eviews .

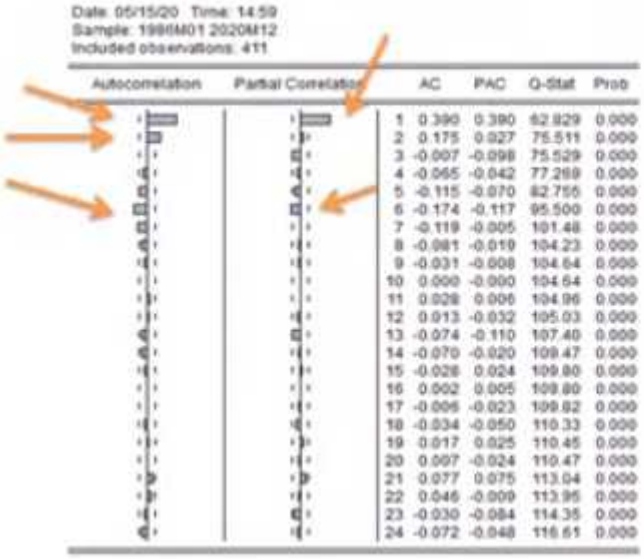
ثم نرسم دالة ACF و دالة PACF و هذا دائما وفق برنامج eviews.

Correlogram level = lag 24



	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.986	0.986	403.87	0.000
2	0.964	-0.328	790.78	0.000
3	0.940	-0.007	1159.0	0.000
4	0.916	0.049	1509.5	0.000
5	0.894	0.036	1844.2	0.000
6	0.874	0.040	2164.9	0.000
7	0.858	0.095	2474.8	0.000
8	0.845	0.045	2776.3	0.000
9	0.834	0.002	3070.6	0.000
10	0.824	0.017	3358.6	0.000
11	0.814	-0.014	3640.2	0.000
12	0.803	0.015	3915.3	0.000
13	0.793	0.020	4184.0	0.000
14	0.784	0.059	4447.3	0.000
15	0.776	0.032	4706.1	0.000
16	0.769	-0.012	4960.8	0.000
17	0.762	-0.008	5211.2	0.000
18	0.755	0.045	5457.9	0.000
19	0.750	0.072	5702.2	0.000
20	0.745	-0.059	5943.8	0.000
21	0.740	0.020	6182.4	0.000
22	0.733	-0.044	6417.1	0.000
23	0.724	-0.020	6646.9	0.000
24	0.716	0.068	6872.6	0.000

Correlogram 1st Difference = lag 24



	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.390	0.390	62.829	0.000
2	0.175	0.027	75.511	0.000
3	-0.007	-0.098	75.529	0.000
4	-0.065	-0.042	77.269	0.000
5	-0.115	-0.070	82.755	0.000
6	-0.174	-0.117	95.500	0.000
7	-0.119	-0.005	101.48	0.000
8	-0.081	-0.019	104.23	0.000
9	-0.031	-0.008	104.64	0.000
10	0.000	-0.000	104.64	0.000
11	0.028	0.006	104.96	0.000
12	0.013	-0.032	105.03	0.000
13	-0.074	-0.110	107.40	0.000
14	-0.070	-0.020	109.47	0.000
15	-0.028	0.024	109.80	0.000
16	0.002	0.005	109.80	0.000
17	-0.006	-0.023	109.82	0.000
18	-0.034	-0.050	110.33	0.000
19	0.017	0.025	110.45	0.000
20	0.007	-0.024	110.47	0.000
21	0.077	0.075	113.04	0.000
22	0.046	-0.009	113.95	0.000
23	-0.030	-0.084	114.35	0.000
24	-0.072	-0.048	116.61	0.000

لذلك ممكن ان نقترح النماذج الاتية

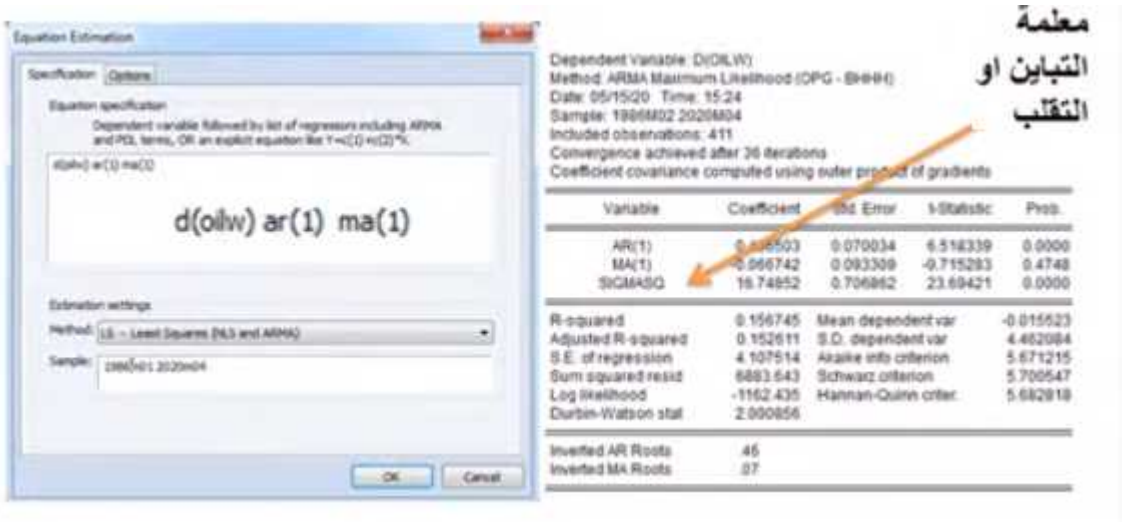
ARIMA(1,1,1)
ARIMA(1,1,2)
ARIMA(1,1,6)
ARIMA(6,1,6)
ARIMA(6,1,2)

المرحلة الثانية : التقدير

بعد عملية ترشيح النماذج المناسبة لوصف السلسلة الزمنية نقوم بتقدير هذه النماذج بإستخدام طرق التقديرالإحصائية الخاصة بالسلاسل الزمنية و التي تعد من أشهرها طريقة المربعات الصغرى.

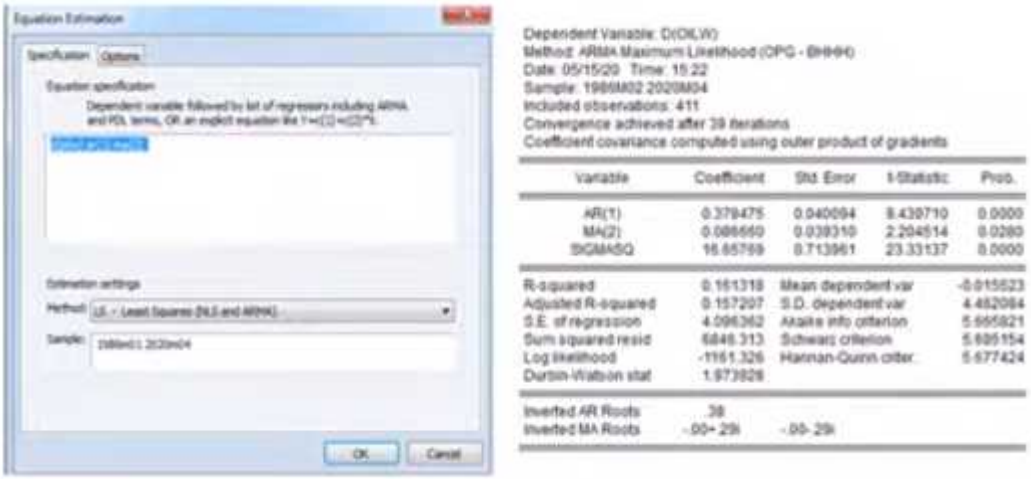
و هذا من خلال تقدير النماذج المقترحة من خلال المسار المعبر عنه كما يلي:

ARIMA (1,1,1)



ثم نقوم ايضا بتقدير النماذج المقترحة من خلال المسار المعبر عنه كما يلي:

.ARIMA (1,1,2)



المرحلة الثالثة :فحص النموذج

لابد قبل عملية تحديد أفضل نموذج نختبر بعد ذلك البواقي لهذا النموذج المرشح لمعرفة مدى تطبيق المشاهدات مع القيم المحسوبة من النموذجالمرشح و مدى صحة فرضيات النموذج. و في حالة اجتياز النموذج المرشح لإختبارات البواقي نقوم بإعتماده في التنبؤات المستقبلية.

أما في حالة عدم الإجتياز فإننا نعود للخطوة الأولى لتعيين نموذج جديد.

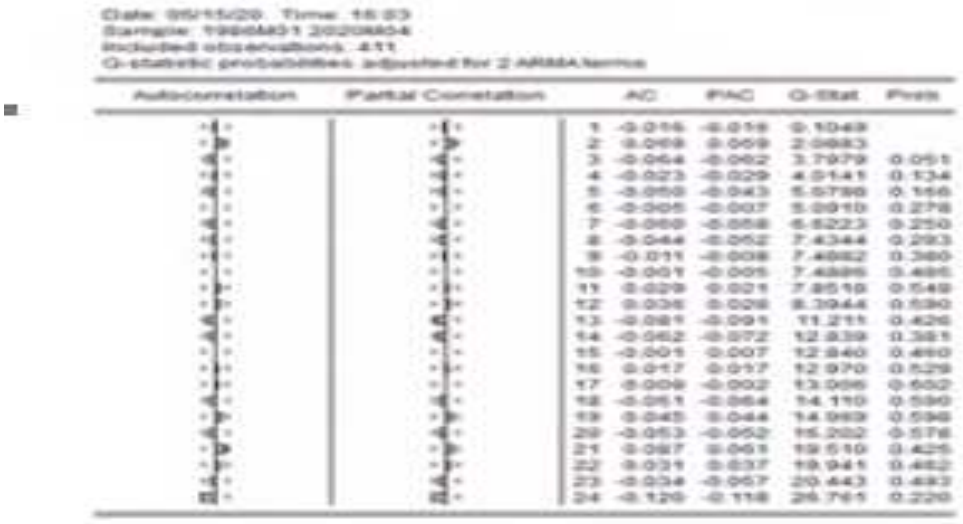
و في هذه المرحلة نحدد افضل نموذج و التأكد من سلامته من خلال المقارنة بين عدة نماذج و فق الجدول التالي:

ARIMA	(1,1,1)	(1,1,2)	(1,1,6)	(6,1,6)	(6,1,2)
Sig	1	2	2	2	2
$Sigma^2$	16,74	16,65	16,24	19,13	18,58
$Adj.R^2$	15,2%	15,6%	16,6%	3%	5%
AIC	5,67	5,66	5,65	5,80	5,77

إذن نرى بأن افضل نموذج هو : ARIMA (1,1,6)

بالتالي نقوم بالتأكد من صحة إختيار النموذج من خلال رسم Coreelogram لبواقي النموذج المختار و دائما من خلال برنامج Eviews.

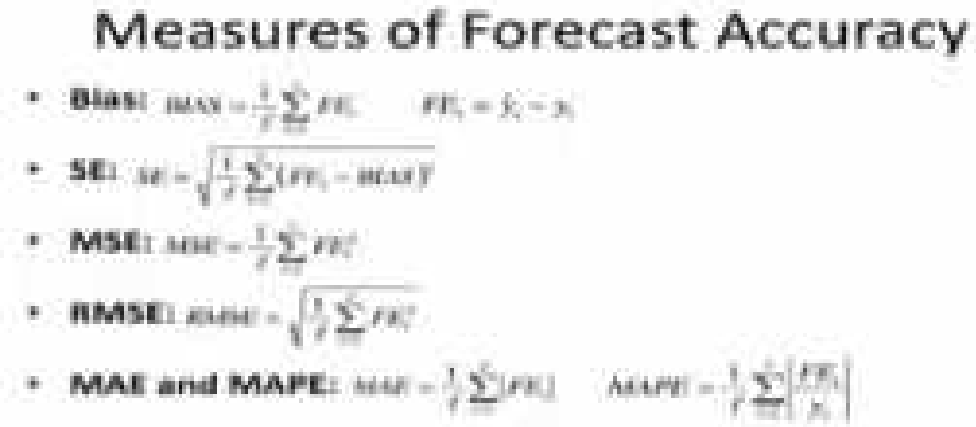
View = residuals Diagnostics = correlogram Q stat .



من الملاحظ هنا ان معالم دالة ACF و PACF غير معنوية عند مستوى ثقة 95 % و هذا ما يؤدي إلى تأكد دقة إختيار النموذج.

المرحلة الرابعة: التنبؤ

يستخدم النموذج النهائي لتوليد التنبؤات المستقيمة و من ثم حساب أخطاء التنبؤ، و هي اهم المراحل الرئيسية بل الهدف الرئيسي و الأساسي من انشاء النماذج. كذلك مع إختيار دقة التنبؤ



Theil's U_1 Statistic

$$U_1 = \frac{\sqrt{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(y_t - y_t^f)^2}}{\sqrt{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}y_t^2} + \sqrt{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}y_t^{f2}}}$$

- Intuition: RMSE normalized by the dispersion of actual and forecasted series
- $0 \leq U_1 \leq 1$
  - $U_1 = 0$ is the best forecast (no obs. error)
- If U_1 statistic is smaller for one model, it generally does not mean that this model is better
- U_1 is reported by EViews

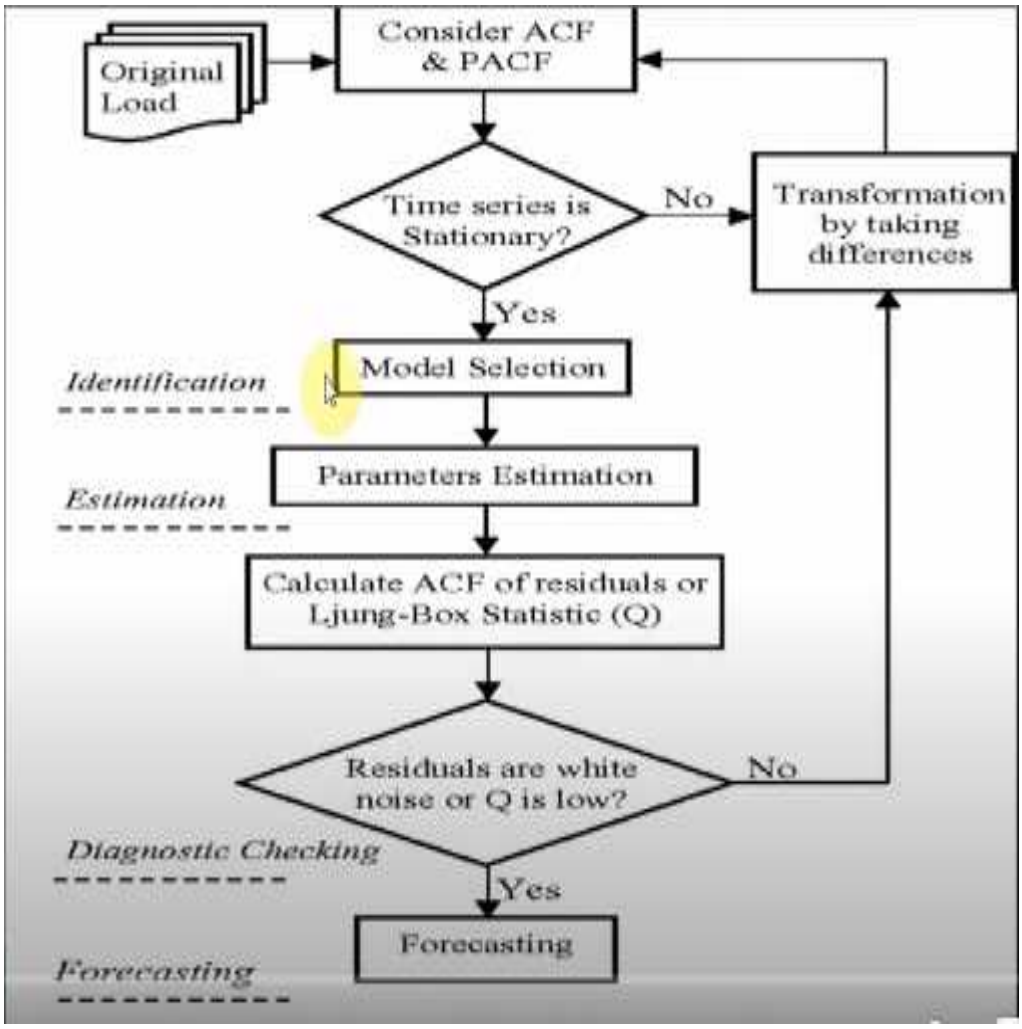
Theil's U_2 Statistic

Assuming 1-step ahead forecast

$$U_2 = \sqrt{\frac{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\left[\frac{y_{t+1}^f - y_{t+1}}{y_t}\right]^2}{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\left[\frac{y_{t+1} - y_t}{y_t}\right]^2}} = \frac{\text{MSE(model)}}{\text{MSE(naive model)}}$$

- Intuition: root mean squared percentage errors relative to naïve forecast
- $U_2 \geq 0$
  - $U_2 = 0$ only if the forecasts errors (numerator) are zero
  - $U_2 = 1$ if $y_{t+1}^f = y_t$ (naïve forecast)
- Can be used to order quality of models: smaller U_2 means better forecast model
- U_2 is NOT reported by EViews (though easy to calculate using EViews)

و يمكن تلخيص مراحل طريقة بوكس – جينكينز على النحو التالي:



أدوات و أهداف طريقة بوكس-جينكينز :

المرحلة	الأدوات المستخدمة و الإختبارات	الهدف
التعرف	• رسم منحنى السلسلة الأصلية • رسم دالتي ACF – PACF الأصلية • ملاحظة قيم الإختبارات -BOX PIERRCE LJUNG-PIERRCE • إجراء إختبارات : -ADF-PP KPSS • استخدام مرشح HP عند الضرورة	• إعطاء صورة أولية عن السلسة • تحديد درجات P و q و d. • التحقق من استقرارية السلسلة الأصلية عند مستوى دلالة. • التحقق من استقرارية السلسلة الأصلية عند مستوى دلالة.
التقدير	طريقة OLS أو ML أو طرق اخرى	تقدير معالم النماذج المختارة
التشخيص	• رسم دالتي ACF-PACF للنموذج المقدر • دراسة المعنوية الجزئية و الكلية و توزيع الباقي للنموذج المقدر. • معايير المفاضلة: AIC-SC-HQ • مقارنة قيمة SIGMA للتذبذب • إختبارات BDS-MIZRACH • معكوس جدور النموذج Inverse Roots	• للمقارنة بين دالتي -ACF PACF للسلسلة الأصلية • التحقق من فرضيات طريقة OLS على النموذج. • اختبار النموذج الأفضل في حالة وجود عدة نماذج. • للتأكد من استقلالية السلسلة و تماثل توزيعها.
التنبؤ	• التنبؤ داخليا و خارجيا ، نقطي فترة الثقة • اختبارات -MPD-MAPD-U RMSE • اختبارات الانكسارات الهيكلية	للتأكد من جاهزية النموذج للتنبؤ لقياس دقة التنبؤ لقياس الثبات

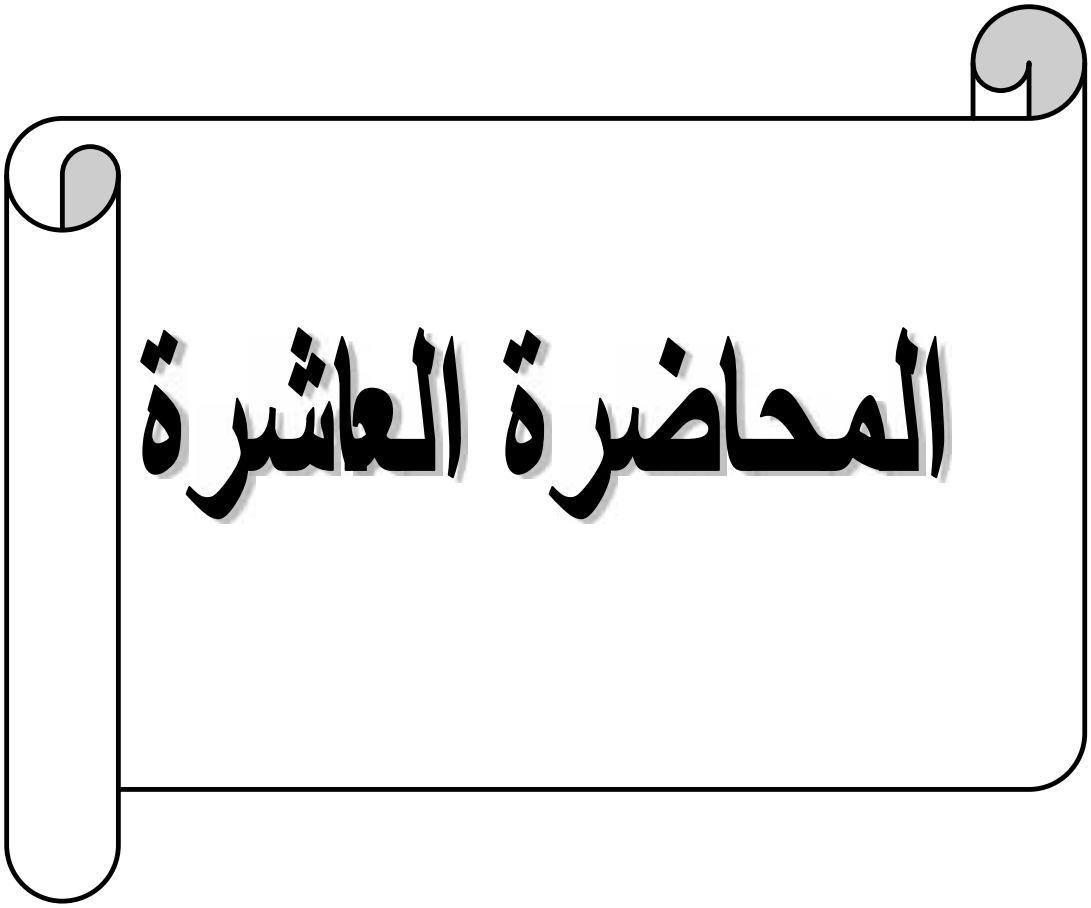
أسباب عدم استقرار سلسلة زمنية

السبب	العلاج
عدم ثبات التباين	إجراء تحويل رياضي للسلسلة (اللوغاريثم – الجدر التربيعي اللوجستيكي BOX.COX).
وجود مركبة اتجاه عام	طريقة الفروق من الدرجة 1 أو 2 نوع DS أو الإنحدار الخطي نوع TS.
وجود مركبة موسمية (تقلبات موسمية)	طريقة الفروق من الدرجة 4 أو 8 للسلاسل الفصلية من الدرجة 12 أو 24 للسلاسل الشهرية.

إختيار النموذج الأمثل و الأفضل

في حالة تعدد النماذج الممكنة نختار على اساس :

1. الأكثر معنوية للمعالم
2. الأقل تذبذب $SIGMA^2$
3. أقل قيم لمعايير المفاضلة AIC-SC
4. الأكثر تفسيرا بإستخدام R^2


المحاضرة العاشرة

تقنية الأوساط المتحركة البسيطة

تستعمل هذه الطريقة للقيام بتنبؤات على المدى القصير، وتعتمد على حساب المتوسط لمجموعة قيم المشاهدة، وأخذ هذا المعدل كتنبؤ للمرحلة القادمة.
والصيغة المستعملة في الحساب هي:

$$S_{t+1} = \frac{X_t + X_{t+1} + \dots X_{t-N+1}}{N}$$

$$S_{t+1} = \frac{\sum_{i=t-N+1} X_i}{N}$$

حيث:

S_{t+1} : هو التنبؤ للفترة.

X_t : القيمة المشاهدة في الفترة.

N : عدد القيم التاريخية المأخوذة للحساب.

نلاحظ أن هذه التقنية تعطي أوزانا متساوية للمشاهدات المستخدمة في حساب المتوسط ووزنا يساوي الصفر للقيم السابقة أي أننا استخدمنا N مشاهدة سابقة وأعطينا أكثر أهمية من القيمة الأخيرة المشاهدة، وبالتالي فهذه التقنية لا تستجيب للمستجدات الحديثة التي تكون قد طرأت على طبيعة الظاهرة، والتقنية الموالية سنحاول تجاوز هذا النقص وذلك بإعطاء أوزان مختلفة لمستويات الظاهرة التي تدخل في حساب الوسط الحسابي المتحرك.

تقنية الأوساط المتحركة المرجحة

هذه الطريقة تعطي أوزنا مختلفة لقيم المشاهدات التي عددها N **مع إعطاء وزن** أكبر للقيم أو المشاهدات الحديثة: وفقا للعلاقة التالية:

$$S_{t+1} = k_0 X_t + k_1 X_{t-1} + \dots + k_{N-1} X_{t-(N-1)}$$

$$S_{t+1} = \sum_{i=0}^{N-1} k_i X_{t-i}$$

حيث: $k_{N-1}, \dots, k_1, k_0$: معاملات الترجيح حيث يشترط أن يكون:

$$\sum_{i=0}^{N-1} k_i = 1$$

تقنية الأوساط المتحركة المضاعفة

تستعمل هذه الطريقة لمعالجة السلاسل الزمنية من الشكل:

$$X_t = a + (bxt) + \varepsilon_t$$

أي أن هناك اتجاه عام في السلسلة إضافة إلى المركبة العشوائية.

وتعتمد هذه الطريقة على حساب الأوساط المتحركة البسيطة كمرحلة أولى، ثم القيام **بحساب** الأوساط المتحركة البسيطة انطلاقا من القيم المحصل عليها في المرحلة الأولى.
ويعرف المتوسط المتحرك المضاعف على أساس N بالعلاقة التالية:

$$MM_t = \frac{M_t + M_{t-1} + M_{t-2} + \dots + M_{t-N+1}}{N}$$

$$M_t = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \ldots + X_{t-N+1}}{N}$$

وعلاقة التنبؤ للفترة t+1 تعطى كما يلي:

$$\hat{b}_t = \frac{2}{N-1}(M_t - MM_t)$$

$$\hat{a}_t = 2M_t - MM_t$$

$$\hat{b}_t = \frac{2}{N-1}(M_t - MM_t)$$

$$S_{t+h} = \hat{a}_t + (\hat{b}_t + h)$$

وعليه فأن:

لقد استحدثت هذه التقنية من اجل إعطاء نفس الأوزان لجميع المشاهدات التي تدخل في حساب الوسط الحسابي.

إلا أنها تبقى تعاني من مشكل آخر هو تطلبها تخزين عدد كبير من المشاهدات الفعلية لكل فترة من الفترات N التي تدخل في حساب الوسط الحسابي، وهذا ما قد يكون مكلفا أو غير متاح.

ولتجاوز هذه النقائص استحدثت تقنيات المسح الأسي التي لا تتطلب تخزين عدد كبير من المشاهدات.

تقنيات المسح الأسي

تتميز هذه التقنيات بأنها تخصص الوزن الأكبر للقيم الأخيرة عن سابقتها بشكل متناقص، ونعني بهذين تأثير X_{t-1} يكون أكبر من تأثير X_{t-2} حيث $S>1$ كما أنها تتخلص من إشكالية معامل الترجيح N .

ومن بين أهم طرق المسح الأسي نجد:

- تقنية المسح الأسي البسيط نموذج *Brown*
- تقنية المسح الأسي هولت (*Holt*)
- تقنية المسح الأسي لوينتر.(*Winters*)

بالإضافة إلى كل هذه الطرق توجد طرق الانحدار التي سنتناولها في المحاضرة الموالية.

المحاضرة الحادية عشر

تمهيد:

يقصد بنموذج الانحدار والارتباط صياغة علاقة بين ظاهرة معينة y ومجموعة من العوامل المفسرة لها $X_1, X_2, ... X_k$. وتصوير هذه العلاقة في شكل نموذج إحصائي، ويطلق عادة على المرحلة الأولى من هذه العملية التي تبدأ من تحديد قائمة هذه العوامل إلى صياغة النموذج بتحليل الانحدار، بينما يطلق على المرحلة الموالية والخاصة بتقدير جودة النموذج وإجراء مختلف اختبارات المعنوية الإحصائية بتحليل الارتباط.

ويمكن التمييز بين نوعين من نماذج الانحدار:

1- نماذج الانحدار البسيط .

2- نماذج الانحدار المتعدد.

أولا: نماذج الانحدار البسيط

في هذه النماذج تقتصر العلاقة على متغيرين فقط.y ظاهرة تابعة وظاهرة مفسرة. ويكتب النموذج :

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

$$t = 1,\dots, n$$

حيث أن:

y_t : متغير مفسر في الفترة t .

X_t : متغير مفسر في الفترة t .

a_0, a_1 : معالم النموذج.

ε_t : متغير الخطأ.

n : عدد الملاحظات.

ولهذا النموذج جملة من الفرضيات:

H1 : يكون النموذج خطيا في X_t (أو في أية تحويل لـ X_t).

H2 : قيم X_t مشاهدة دون أخطاء (X_t ليس عشوائي).

H3 : $E(\varepsilon_t) = 0$ الأمل الرياضي لمتغير الخطأ معدوم.

H4 : $E(\varepsilon_t^2) = \delta_t^2$ تباين الخطأ ثابت .

H5 : $E(\varepsilon_t \varepsilon_{t'}) = 0$ إذا كان $t \neq t'$ الأخطاء غير مرتبطة.

H6 : $COV(X_t, \varepsilon_t) = 0$ الخطأ مستقل عن المتغير المفسر.

وقد وضعت هذه الفرضيات كي يصبح بالإمكان استخدام طريقة المربعات الصغرى في تقدير معالم النموذج، هذه الطريقة التي تتلخص في إيجاد قيم a_0 و a_1 التي تجعل مجموع مربعات الانحرافات أصغر ما يمكن أي:

$$MinS = Min\sum_{t=1}^{t=n} \varepsilon_t^2 = Min\sum_{t=1}^{t=n} (y_t - a_0 - a_1 x_t)^2$$

ومن الممكن إيجاد a_0 و a_1 باستعمال حساب لتفاضل والتكامل وتكون النتيجة بحل المعادلتين:

$$\frac{\delta S}{\delta a_0} = 0 \quad \text{و} \quad \frac{\delta S}{\delta a_1} = 0$$

$$\sum x_t y - \hat{a}_0 \sum x_t - \hat{a}_1 x_t^2 = 0$$

أي: $\sum y_t - n\hat{a}_0 - \hat{a}_1 \sum x_t = 0$

ونحصل على النتيجة التالية:

$$\hat{a}_1 = \frac{\sum_{t=1}^{t=n}(x_t - \bar{x})(y_t - \bar{y})}{\sum_{t=1}^{t=n}(x_t - \bar{x})^2} = \frac{\sum_{t=1}^{t=n} x_t y_t - n\bar{x}\bar{y}}{\sum_{t=1}^{t=n} x_t^2 - n\bar{x}^2}$$

$$\hat{a}_0 = \bar{y} - \hat{a}_1 \bar{x}$$

حيث $\bar{x}$ هو الوسط الحسابي للمشاهدات x_t و $\bar{y}$ هو الوسط الحسابي للمشاهدات y_t.

وبتعويض قيمتي $\hat{a}_0$ و $\hat{a}_1$ في معادلة النموذج المقدر $\hat{Y} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 X$ نحصل على معادلة انحدار y على x .

قياس جودة النموذج بحساب معامل التحديد R^2 :

بعد تقدير معالم النموذج نقوم بالتحقق من دقة هذا النموذج واختبار معنويته، بحساب معامل التحديد باستخدام العلاقة التالية:

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^{T}(\hat{y}_t - \bar{y})^2}{\sum_{t=1}^{T}(y_t - \bar{y})^2} = 1 - \frac{\sum_{t=1}^{T}\varepsilon_t^2}{\sum_{t=1}^{n}(y_t - \bar{y})^2}$$

حيث أن:

$\sum_{t=1}^{T}(y_t - \bar{y})^2$: هو مجموع مربعات الانحرافات الكلية للمتغير y_t (TSS)

$\sum_{t=1}^{T}(\hat{y}_t - \bar{y})^2$: هو مجموع مربعات الانحرافات المشروحة (ESS)

$\sum_{t=1}^{T}\varepsilon_t^2$: هو مجموع مربعات البواقي (RSS)

ثانيا: نماذج الانحدار المتعدد

نموذج الانحدار المتعدد هو عبارة عن تعميم لنموذج الانحدار البسيط، وهذا الأخير الذي يتميز بقصوره في اعتماده على متغير تابع واحد لتفسير ظاهرة معينة تابعة بينما في نموذج الانحدار المتعدد يصاغ نموذج إحصائي يضم المتغير التابع y ومجموعة من المتغيرات المفسرة $x_1, x_2, \ldots\ldots, x_k$ ويكتب شكله لعام كالتالي:

$$y_t = a_0 + a_1 x_{1t} + a_2 x_{2t} + \ldots\ldots + a_k x_{kt} + \varepsilon_t$$

حيث أن : $t = 1,\ldots\ldots n$

y_t : متغير مفسر في الفترة t .

x_{1t} : المتغير المفسر الأول في الفترة t .

x_{2t} : المتغير المفسر الثاني في الفترة t .

x_{kt} : المتغير المفسر رقم k في الفترة t .

$a_0, a_1, \ldots\ldots, a_k$: معالم النموذج.

ε_t : متغير الخطأ (التشويش).

n : عدد الملاحظات.

ويمكن كتابة النموذج السابق في شكل مصفوفات على الشكل التالي:

$$y_1 = a_0 + a_1 x_{11} + a_2 x_{21} + \ldots\ldots + a_k x_{k1} + \varepsilon_1$$
$$y_2 = a_0 + a_1 x_{12} + a_2 x_{22} + \ldots\ldots + a_k x_{k2} + \varepsilon_2$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$y_t = a_0 + a_1 x_{1t} + a_2 x_{2t} + \ldots\ldots + a_k x_{kt} + \varepsilon_t$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$y_n = a_0 + a_1 x_{1n} + a_2 x_{2n} + \ldots\ldots + a_k x_{kn} + \varepsilon_n$$

ونكتب على الشكل:

$$y_{(n,1)} = x_{(n,k+1)(k+1,1)} + \varepsilon_{(n,1)}$$

$$\varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad a = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_k \end{bmatrix} \quad x = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{k1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1 & x_{1t} & x_{2t} & \cdots & x_{kt} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \cdots & x_{kn} \end{bmatrix} \quad y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ y_t \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}$$

ولهذا النموذج جملة من الفرضيات:

1- ε_t : تخضع للتوزيع الطبيعي بتوقع معدوم وتباين ثابت أي:

$$\varepsilon_t \rightarrow N(0,\delta)$$

2- لا يوجد ارتباط ذاتي بين الأخطاء أي: $E(\varepsilon_t, \varepsilon_{t'}) = 0$.

3- لا يوجد ارتباط ذاتي بين الأخطاء وبين المتغير X_t و ε_t أي

$$E(\varepsilon_t, x_t) = 0$$

تقدير معالم نموذج الانحدار المتعدد

لتقدير معالم نموذج الانحدار المتعدد نستخدم طريقة المربعات الصغرى مثلما رأينا في النموذج السابق لدينا:

$$y = xa + \varepsilon$$
$$\hat{y} = \hat{x}\hat{a}$$
$$e_t = y_t - \hat{y} = y - xa$$
$$Min \sum e_i^2 = Min \left(y - xa\right)'\left(y - xa\right) = MinS$$

ثم نقوم باشتقاق المعادلة بالنسبة لـ a فنحصل على شعاع المعالم المقدرة

$$\hat{a} = \left(x'x\right)^{-1}x'y$$

حيث x' هو مقلوب المصفوفة x .

وبعد عملة التقدير نقوم باختبارات معنوية والتأكد من جودة النموذج حيث نبدأ باختبار المعنوية الكلية، ثم نقوم بالاختبار:

لتقدير معالم نموذج الانحدار المتعدد نستخدم طريقة المربعات الصغرى مثلما رأينا في النموذج السابق لدينا:

$$y = xa + \varepsilon$$
$$\hat{y} = \hat{x}\hat{a}$$
$$e_t = y_t - \hat{y} = y - xa$$
$$Min \sum e_i^2 = Min \left(y - xa\right)'\left(y - xa\right) = MinS$$

ثم نقوم باشتقاق المعادلة بالنسبة لـ a فنحصل على شعاع المعالم المقدرة

$$\hat{a} = (x'x)^{-1} x'y$$

حيث x' هو مقلوب المصفوفة x .

وبعد عملة التقدير نقوم باختبارات معنوية والتأكد من جودة النموذج حيث نبدأ باختبار المعنوية الكلية، ثم نقوم بالاختبار:

$$\begin{cases} H_0 : a_0 = a_1 = a_2 = \ldots\ldots\ \ldots\ldots\ \ldots = a_n = 0 \\ H_1 : \exists a_i \neq 0 \end{cases}$$

ومن أجل ذلك نقوم باستخدام إحصاءة فيشر F حيث:

$$F(K, n-k-1) = \frac{\hat{a}'x'y \,/\, k}{e'e \,/\, n-k-1}$$

أو الصيغة:

$$F(K, n-k-1) = \frac{R^2 \,/\, k}{(1-R^2) \,/\, n-k-1}$$

حيث R^2 هو معامل التحديد الإجمالي، ويحسب كالآتي:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum e_i^2}{\sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2}$$

فإذا كانت قيمة F_c المحسوبة أكبر من قيمة f_t المجدولة وفقا لدرجة من الثقة محددة ودرجات حرية $(n-k-1,k)$ نقول أن النموذج معنوي وهناك على الأقل عامل واحد مستقل يمارس تأثيره على y وتقبل H_1. أما في الحالة المعاكسة فنرفض H_1 ونقبل H_0.

بعد التأكد من المعنوية الإحصائية للنموذج يتم الانتقال إلى اختبار معنوية كل متغير تفسيري على حدة، ولأجل هذا نستخدم إحصاء ستودنت حيث نقوم بالاختبار التالي:

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

$$T_c = \frac{\hat{a}_i - a_i}{S_{\hat{a}_i}}$$

ثم نقوم بحساب الإحصاء T حيث:

حيث: S_{a_i} هو معلم التقدير غير المنحاز لانحراف العنصر القطري الواقع في السطر i والعمود j من المصفوفة $(X'X)^{-1}$.

ثم نقارن قيمة t_c مع القيم المجدولة لدرجة حرية $(n-k-1)$ ولمستوى معنوية α، $0 < \alpha < 1$.

فإذا كانت قيمة T_c أكبر من قيمة T_t المجدولة نقول أن $\hat{a}_i$ معنوي أما إذ كان العكس فنقول أن $\hat{a}_i$ غير معنوي وينبغي إقصاء X_i من النموذج

اختبار فرضية انعدام الارتباط الذاتي بين الأخطاء:

نجد من جملة الفرضيات التي تعتمد عليها طريقة المربعات الصغرى فرضية انعدام الارتباط الذاتي بين الأخطاء. لذا نقوم باختبار للتحقق من وجود هذا الارتباط من عدمه فيجري اختبار داربن – واتسون (*Durbin-Watson*) للقيام بذلك.

حيث تنص فرضية العدم H_0 على انعدام الارتباط الذاتي بين الأخطاء أي أن معامل الارتباط الذاتي بينها معدوم.

فرضية العدم: $H_0 : \rho = 0$

الفرضية البديلة: $\rho \leq 0$ أو $\rho \geq 0$.

ثم تحسب قيمتها وفق العلاقة:

$$d^* = \frac{\sum_{t=1}^{n} (e_t e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{n} e_t^2} = 2(1 - \rho) \qquad \rho = \frac{\sum_{t=2}^{n} e_t e_{t-1}}{\sum_{t=1}^{n} e_t}$$

وبعد حساب (d) نقارنها مع القيمتين المجدولتين (d_L) التي تمثل الحد الأدنى لانعدام الارتباط الذاتي و (d_u) التي تمثل الحد الأقصى، وذلك حسب عدد الملاحظات (n) وعدد لمتغيرات المستقلة في النموذج لكل مستوى من مستويات الدلالة α (1% أو 5%) ويتم قبول أو رفض إحدى الفرضيتين حسب المخطط التالي الذي يوضح كافة الحالات الممكنة.

فقيمة d الوسيط هي (2) وعندما ينعدم الارتباط الذاتي يكون $\rho = 0$.

$$\begin{cases} H_0 : d = 2 \rightarrow \rho = 0 \\ H_1 : d \neq 2 \rightarrow \rho \neq 0 \end{cases}$$

ويتم قبول أو رفض H_0 حسب الحالات التالية:

1- $0 < d < d_L$: وجود ارتباط ذاتي موجب.

2- $d_L < d < d_u$: هناك شك في وجود أو عدم وجود ارتباط ذاتي.

3- $d_u < d < 4 - d_L$: استقلال الأخطاء.

4- $4 - d_u < d < 4 - d_L$: هناك شك.

5- $4 - d_L < d < 4$: وجود ارتباط ذاتي سالب.

استخدام نموذج الانحدار المتعدد في التوقع

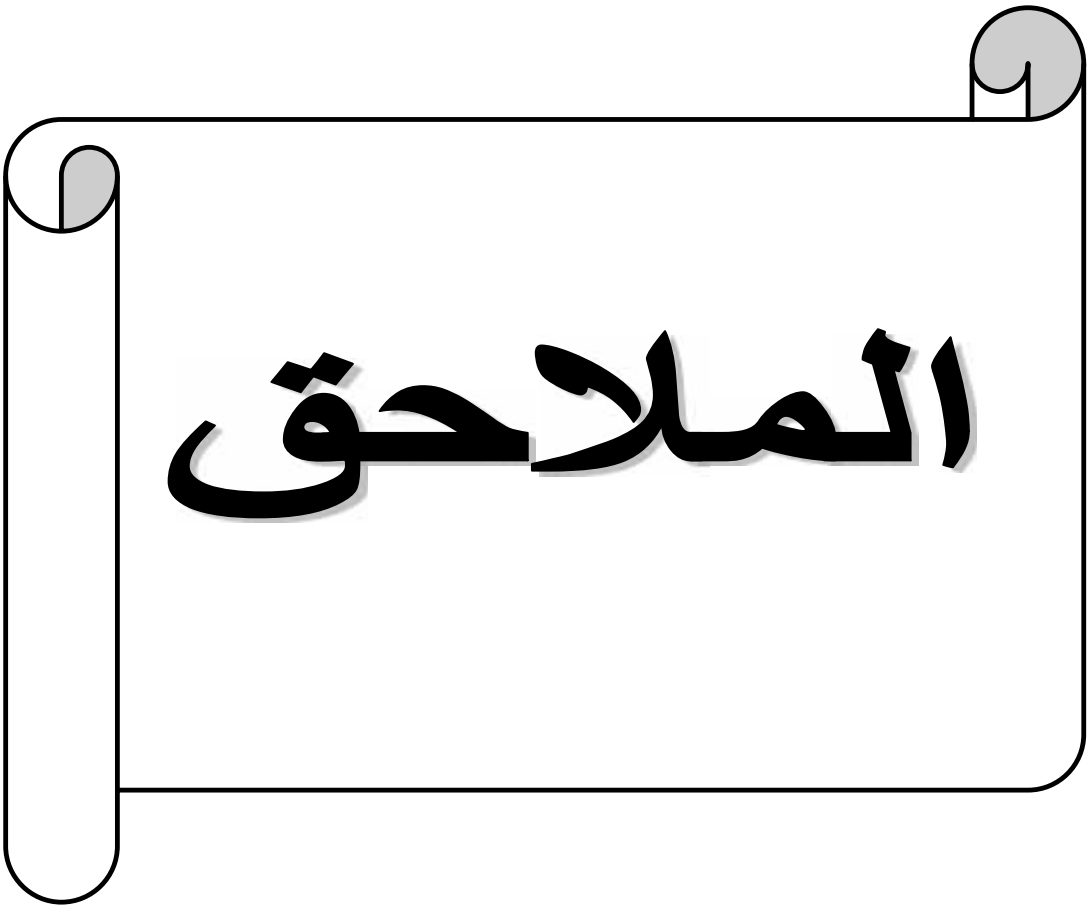
بعد تقدير النموذج والتأكد من جودته، يتم استخدامه في التوقع حيث يعطى مجال ثقة التوقع بنسبة $(1 - \alpha)\%$ بالعلاقة:

$$y_{t+h} = \hat{y}_{t+h} \pm \sqrt{\hat{\sigma}_\varepsilon^2 \left(X_{t+h} (XX')^{-1} X_{t+h} + 1 \right)}$$

أو بالعلاقة:

$$y_{t+h} = \hat{y}_{t+h} \pm T_{1-\alpha/2} (\hat{\sigma}_{\hat{y}})$$

حيث $T_{1-\alpha/2}$ إحصاء ستودنت عند مستوى الدلالة $\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)\%$ ودرجة حرية قدرها $(n-k-1)$.

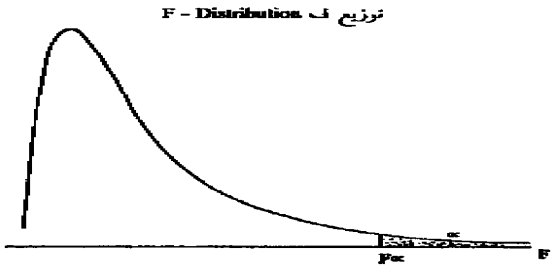

الملاحق

The chi-square table جدول كاف مربع

α =	0.995	0.99	0.975	0.95	0.90	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
df =1	---	---	0.001	0.004	0.016	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.01	0.020	0.051	0.103	0.211	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.07	0.115	0.216	0.352	0.584	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	9.236	11.070	12.833	15.086	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	2.833	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.180	2.733	3.490	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.735	2.088	2.700	3.325	4.168	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.940	4.865	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	5.578	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	6.304	18.549	21.026	23.337	26.217	28.300
13	3.565	4.107	5.009	5.892	7.042	19.812	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	4.660	5.629	6.571	7.790	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	8.547	22.307	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	9.312	23.542	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	10.085	24.769	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	7.015	8.231	9.390	10.865	25.989	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	7.633	8.907	10.11	11.651	27.204	30.144	32.852	36.191	38.582
20	7.43	8.260	9.591	10.85	12.443	28.412	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.03	8.897	10.28	11.59	13.240	29.615	32.671	35.479	38.932	41.401
22	8.643	9.542	10.98	12.33	14.041	30.813	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	10.196	11.68	13.09	14.848	32.007	35.172	38.076	41.638	44.181
24	9.886	10.856	12.40	13.84	15.659	33.196	36.415	39.364	42.980	45.559
25	10.52	11.524	13.12	14.61	16.473	34.382	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.16	12.198	13.84	15.37	17.292	35.563	38.885	41.923	45.642	48.290
27	11.80	12.879	14.57	16.15	18.114	36.741	40.113	43.195	46.963	49.645
28	12.46	13.565	15.30	16.92	18.939	37.916	41.337	44.461	48.278	50.993
29	13.12	14.256	16.04	17.70	19.768	39.087	42.557	45.722	49.588	52.336
30	13.78	14.953	16.79	18.49	20.599	40.256	43.773	46.979	50.892	53.672
40	20.70	22.164	24.43	26.50	29.051	51.805	55.758	59.342	63.691	66.766
50	27.99	29.707	32.35	34.76	37.689	63.167	67.505	71.420	76.154	79.490
60	35.53	37.485	40.48	43.18	46.459	74.397	79.082	83.298	88.379	91.952
70	43.27	45.442	48.75	51.73	55.329	85.527	90.531	95.023	100.42	104.21
80	51.17	53.540	57.15	60.39	64.278	96.578	101.87	106.62	112.32	116.32
90	59.19	61.754	65.64	69.12	73.291	107.56	113.14	118.13	124.11	128.29
100	67.32	70.065	74.22	77.92	82.358	118.49	124.34	129.56	135.80	140.16

جدول اختبار -ت- t-table

1 tail α =	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
2 tails α =	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
df =1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.656
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576



الصف الأول 05. = ∝ والصف الثاني 01. = ∝

مثال $F_{5,7}(.05)=3.97$ و $F_{5,7}(.01)=7.46$

درجات حرية المقام	درجات حرية البسط											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244
	4.052	4.999	5.403	5.625	5.764	5.859	5.928	5.981	6.022	6.056	6.082	6.106
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.36	19.37	19.38	19.39	19.40	19.41
	98.49	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39	99.40	99.41	99.42
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.88	8.84	8.81	8.78	8.76	8.74
	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.34	27.23	27.13	27.05
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.93	5.91
	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.54	14.45	14.37
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.78	4.74	4.70	4.68
	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.45	10.29	10.15	10.05	9.96	9.89
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00
	13.74	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.79	7.72
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.63	3.60	3.57
	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	7.00	6.84	6.71	6.62	6.54	6.47
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.34	3.31	3.28
	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.19	6.03	5.91	5.82	5.74	5.67
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.13	3.10	3.07
	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.62	5.47	5.35	5.26	5.18	5.11
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.97	2.94	2.91
	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.21	5.06	4.95	4.85	4.78	4.71
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.86	2.82	2.79
	9.65	7.20	6.22	5.67	5.32	5.07	4.88	4.74	4.63	4.54	4.46	4.40
12	4.75	3.88	3.49	3.26	3.11	3.00	2.92	2.85	2.80	2.76	2.72	2.69
	9.33	6.93	3.95	5.41	5.06	4.82	4.65	4.50	4.39	4.30	4.22	4.16
13	4.67	3.80	3.41	3.18	3.02	2.92	2.84	2.77	2.72	2.67	2.63	2.60
	9.07	6.70	5.74	5.20	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	4.02	3.96
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.77	2.70	2.65	2.60	2.56	2.53
	8.86	6.51	5.56	5.03	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.86	3.80
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.70	2.64	2.59	2.55	2.51	2.48
	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.73	3.67
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.45	2.42
	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.61	3.55
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.62	2.55	2.50	2.45	2.41	2.38
	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.52	3.45
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34
	8.28	6.01	5.09	4.28	4.25	4.01	3.85	3.71	3.60	3.51	3.44	2.37

معامل ارتباط الرتب (اسبيرمان)

قيم معامل ارتباط الرتب عند مستويات معنوية

n	∝= .05	∝= .025	∝= 01	∝= 005
5	.900	-	-	-
6	.829	.886	.943	-
7	.714	.786	.893	-
8	.643	.738	.833	.881
9	.600	.683	.783	.833
10	.564	.648	.745	.794
11	.523	.623	.736	.818
12	.497	.591	.703	.780
13	.475	.566	.673	.745
14	.457	.545	.646	.716
15	.441	.525	.623	.689
16	.425	.507	.601	.666
17	.412	.490	.582	.645
18	.399	.476	.564	.625
19	.388	.462	.549	.608
20	.377	.450	.534	.591
21	.368	.438	.521	.576
22	.359	.428	.508	.562
23	.351	.418	.496	.549
24	.343	.409	.485	.537
25	.336	.400	.475	.526
26	.329	.392	.465	.515
27	.323	.385	.456	.505
28	.317	.377	.448	.496
29	.311	.370	.440	.487
30	.305	.364	.432	.478

ملحوظة: مستوى المعنوية = ∝ عدد = عدد المشاهدات

قائمة المراجع

قائمة المراجع

المراجع باللغة العربية:

- مولود حشمان، السلاسل الزمنية و تقنيات التنبؤ القصير المدى، الطبعة الثالثة، ديوان المطبوعات الجزائرية، الجزائر، 2010.

- ريجي بوربوني، جان كلود إيزينيه، التنبؤ بالمبيعات بين النظرية و التطبيق، ترجمة أينم نايف العشعوش، مركز البحوث، المملكة العربية السعودية، 2008.

- فيصل مفتاح شلوف وآحرون، مشاكل افقتصاد القياسي التحليلي (التنبؤ و الإختبارات القياسية من الدرجة الثانية)، الطبعة الأولى، دار الأهلية للنشر و التوزيع، الأردن، 2006.

- سليمان خالد عبيدات، مقدمة في إدارة الإنتاج و العمليات، الطبعة الرابعة، دار الميسرة للنشر و التوزيع، الأردن، 2013.

- مولود حشمان، نماذج و تقنيات التنبؤ القصير المدى، ديوان المطبوعات الجامعية الجزائرية، الجزائر، 1999.

- شيخي محمد، طرق الإقتصاد القياسي: محاضرات و تطبيقات، الطبعة الأولى، دار الحامد للنشر و التوزيع، الأردن، 2012.

- عدنان ماجد عبد الرحمان يري، طرق التنبؤ الإحصائي، المملكة العربية السعودية، 2002.

- مثنية عبد الله مصطفى، إستخدام طريقة بوكس جينكز في التنبؤ و السيطرة على السلاسل الزمنية، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، العراق، 2001.

المراجع باللغة الأجنبية:

- Doriath B, Gouget C, Gestion prévisionnelle et mesure de performance, édition Dunod, Paris, 2002.

- Bourbonnais R, Usumer J.C, Prévision des ventes : théorie et pratique, 3eme édition, Economica, Paris, 2001.

- Rendre B, Stria R, Quantitave analysais for management, 7eme édition, Practice hall, New jersey, U.S.A, 2000.

- Bourbonnais R, Terrasa M, Analyses des séries temporelles : applications à l'economie et à nla gestion, 2eme édition, Dunod, Paris, 2008.

- Ansion G, Les méthodes de prévision en économie, Armand colin, 1990.