الفصل الثالث عشر

تحليل السلاسل الزمنية *Time Series*

بعد أن درسنا أبعاد الزمن في الظواهر الجغرافية. وطرق تمثيل الظواهر المرتبطة بعامل الزمن لا بد لنا من دراسة التغيرات المختلفة التي تطرأ على سير الظاهرة المدروسة بفعل المؤثرات العديدة التي ترتبط بعامل الزمن، والاستفادة منها في إمكانية التبنؤ بما يمكن أن تكون عليه الظاهرة في أزمنة ليس لدينا عنها بيان.

ولا بد أن نركز في تحليلنا للبيانات الجغرافية ذات الاختلافات الزمانية على الأمور التالية:

١- المؤثرات الاتجاهية:

وهي التي تؤثر في الاتجاه العام للظواهر المدروسة صعوداً أو هبوطاً على مدار فترة طويلة من الزمن، وهي انعكاس للعوامل المختلفة الاقتصادية والديمغرافية المحيطة بالظاهرة المدروسة: كزيادة السكان، والتقدم التقني إلخ.. فإذا تفحصنا سلسلة زمنية لإنتاج البترول السعودي منذ بدايته حتى الآن لوجدنا نمواً متزايداً عبر الزمن. ويعود السبب في هذا النمو المتزايد إلى اكتشاف العديد من آبار النفط، وإلى التقدم التقني في استخراج البترول، وإلى الطلب المتزايد على هذه السلعة الحيوية الهامة عالمياً، ونظراً لصعوبة قياس كل هذه العوامل فإننا نفترض أن الزمن هو المتغير المستقل الذي يمثل المحصلة النهائية لتأثير كل العوامل التفسيرية المحيطة بالظاهرة.

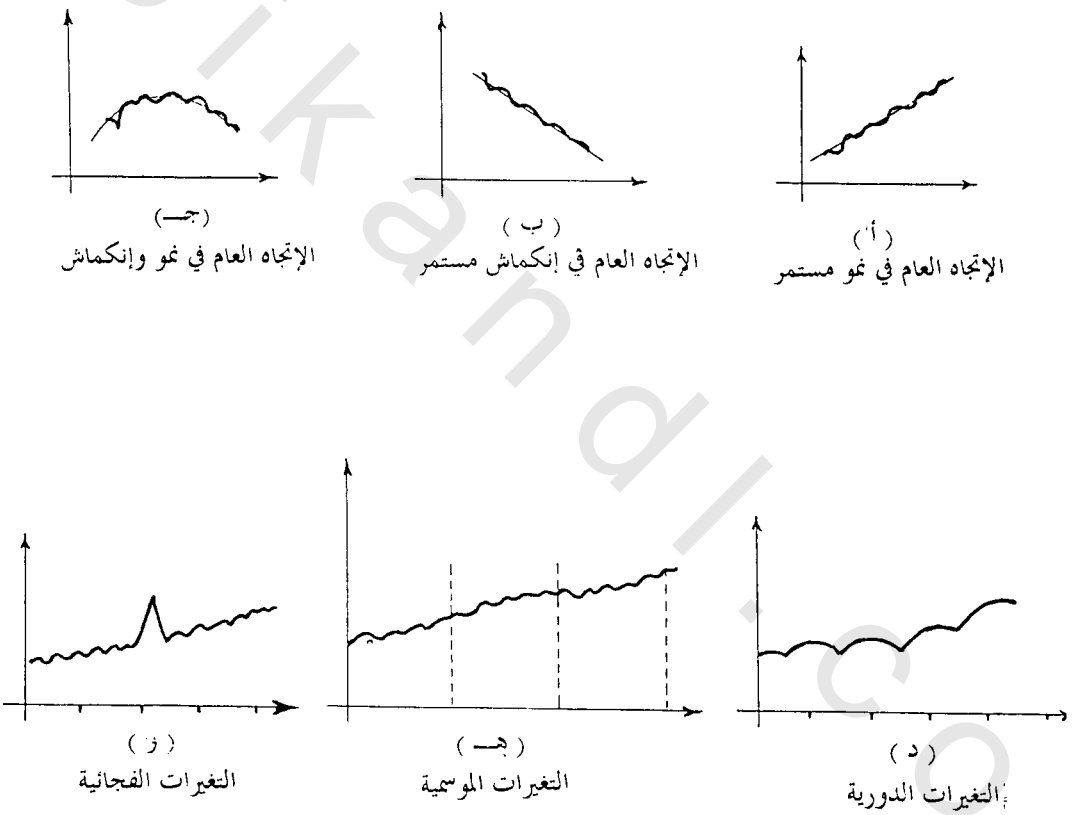
وعلى العكس قد يكون اتجاه السلسلة الزمنية هابطاً وليس صاعداً، فإذا أخذنا معدل الأمية لدى السكان السعوديين خلال نصف القرن الماضي نجد أنه في تناقص مستمر. ويعزى انخفاض الأمية إلى العديد من العوامل منها: زيادة فرص التعليم، وارتفاع المستوى الاقتصادي للأفراد، واهتمام الدولة برفع المستوى الاجتماعي للفرد وغير ذلك من العوامل التي تظهر من خلال متغيرات الزمن الذي يمكن اعتباره المحصلة النهائية لجميع الجهود المبذولة في هذا الصدد.

٢- المؤثرات الدورية:

وهي تغيرات تحدث للسلسلة الزمنية على فترات طويلة المدى وعادة ما تكون أكثر من سنة. وقد تكون على فترات زمنية متساوية. ومن الأمثلة المهمة للتغيرات الدورية ما يسمى دورات الأعمال في النظام الرأسمالي، وتتراوح مدتها من ٢-١٥ سنة، وهذا النوع من الدورات يشمل فترات رخاء اقتصادي، يعقبها فترات ركود وكساد اقتصادي، ثم دورة انفراج في الأزمة الاقتصادية، ويحاول الاقتصاديون تفسير هذه الدورات بعوامل خارجية وعوامل أخرى داخلية في داخل النظام الاقتصادي.

٣- المؤثرات الموسمية:

وهي مؤثرات تشبه المؤثرات الدورية لكن مدتها سنة واحدة أو أقل، فقد تكون ربع سنوية، أو فصلية، أو شهرية، أو حتى أسبوعية، أو يومية، وذلك حسب طبيعة الظاهرة المدروسة، فالأمثلة على ذلك كثيرة منها على سبيل المثال: أن استهلاك النفط يزداد على المستوى العالمي في فصل



شكل (١:١٣) اتجاهات السلاسل الزمنية

الشتاء، وتزداد مبيعات المشروبات الغازية في فصل الصيف وتقل في فصل الشتاء، وتزداد حركة المبيعات في مكة في موسم الحج كما تزداد المبيعات عموماً في الأعياد، وتزداد حركة المواصلات في فترتي الصباح والظهيرة من كل يوم في معظم المدن. وكل هذه الموثرات تؤثر على سير الظاهرة عبر الزمن على شكل مؤثرات يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار.

٤- المؤثرات العشوائية (الفجائية):

وهي مؤثرات عرضية أو فجائية لا تحدث بانتظام، بمعنى أنه ليس لها نمط معين أو قاعدة ثابتة، فقد تتكرر أو لا تتكرر وتؤثر بالنقص تارة وبالزيادة تارة أخرى، ومن أهم مميزات هذه المؤثرات أنها لا تستمر طويلاً. وتنجم في الغالب عن عوامل عارضة أو فجائية مثل: الإضرابات، الفياضانات، الزلازل، الحروب؛ لذا لا يمكن التنبؤ بمواعيد حدوثها بدقة.

إن المؤثرات السابقة تسبب تغيرات في مجرى الظاهرة المرتبطة بالزمن، فقد تخضع الظاهرة المدروسة لجميع هذه المؤثرات أو بعضها، الأمر الذي ينجم عنه تقلبات صاعدة أو هابطة في خط سير الظاهرة؛ ولذلك يهتم الجغرافيون بدراسة مثل هذه التغيرات ومعرفة أسبابها لتفادي تأثيرها االسيئ في المستقبل.

تظهر السلسلة الزمنية بصور عديدة يمكن ملاحظة أشهرها من خلال الرسوم الموجودة في شكل رقم (١٣-١)، حيث نرى أن شكل (أ) يمثل السلسلة الزمنية ذات اتجاه عام صاعد، وهذا الاتجاه العام في نمو مستمر أما (ب) فيوضح أن الظاهرة المدروسة في هذه السلسلة في انكماش

وتناقص، ويظهر الشكل (جـ) أن الاتجاه العام في نمو وانكماش. أما الشكل (د) فيظهر التغيرات الدورية التي تخضع لها الظاهرة المدروسة، والسبب أن الذبذبات في المنحنى تكون على فترات أكثر من سنة، في حين يظهر الشكل (هـ) التغيرات الموسمية التي تحدث لمبيعات إحدى المؤسسات خلال السنة الواحدة مقسمة إلى أربعة فصول، حيث تظهر مدى الاختلاف الفصلي في حجم المبيعات. ويظهر الشكل (و) التغيرات الفجائية في المنحنى التاريخي للسلسلة الزمنية.

الاتجاه العام للسلسلة الزمنية *Long term secular Trend*:

إن من الظواهر التي يتناولها الجغرافيون بالدراسة ما يتزايد بطبيعته على مدار الزمن مثل: عدد السكان، وكميات الإنتاج، وحجم الاستهلاك، ومنها ما يتناقص بطبيعته على مدار الزمن: كمعدل الوفيات واستهلاك السلع؛ ولذلك يمكن القول بأن الظاهرة المدروسة تخضع في تطورها لاتجاه عام صاعد أو هابط حسب الظروف. وعلى هذا فالاتجاه العام للسلسلة الزمنية هو التحركات طويلة المدى (صعوداً أو هبوطاً) التي تميز الظاهرة المدروسة خلال فترة زمنية معينة. وهذه التغيرات كما سبق وأوضحنا هي انعكاس للعديد من العوامل التي يمثل الزمن المحصلة النهائية لها.

يوجد العديد من الطرق لتقدير الاتجاه العام للظاهرة المدروسة أهمها:

١- طريقة التمهيد باليد *The free hand Method*:

وهي أن ترسم خطاً مستقيماً يمر بين أغلب نقاط السلسلة على الرسم البياني فتحصل على خط الاتجاه العام الذي يبين التحرك العام لبيانات

السلسلة بغض النظر عن أي تحركات أخرى. وتعتمد هذه الطريقة على التقدير الشخصي للباحث في توفيق هذا الخط. وهذه الطريقة غير دقيقة؛ لأنها تعتمد على التقدير الشخصي الذي يختلف من شخص لآخر.

٢- طريقة أشباه المتوسطات The Method of Semi Averages:

وتتكون من تقسيم البيانات إلى مجموعتين، ثم نحصل على متوسط كل جزء، وهذا يعطينا نقطتين على خط السلسلة الزمنية. فنرسم الاتجاه العام الذي يصل بين هاتين النقطتين لتحديد القيم الاتجاهية.

مثال:

الجدول التالي رقم (١٣-١) يمثل كمية الأمطار الساقطة على مدينة الرياض في الفترة من ٥٢ - ١٩٧٣م أي لمدة ٢٢ سنة، والشكل (١٣-٢) يوضح هذه التوزيعات الزمانية على رسم بياني، ما يوضح خط الاتجاه العام، ولعمل ذلك تتبع الخطوات التالية:

١- تقسيم الفترة الزمنية إلى نصفين متساويين وأخذ المتوسط لقيم كل نصف.

٢- تثبت قيم هذه المتوسطات أمام السنة الوسطى لكلا النصفين في الرسم البياني.

٣- نرسم خطاً مستقيماً في الرسم البياني يمر بهاتين النقطتين.

جدول (١٢-١)

كمية الأمطار على الرياض من سنة ١٩٥٢ إلى ١٩٧٣ ميلادية

كيفية استخراج شبه المتوسطات والمتوسطات السنوية المتحركة لخمس سنوات وثلاث سنوات.

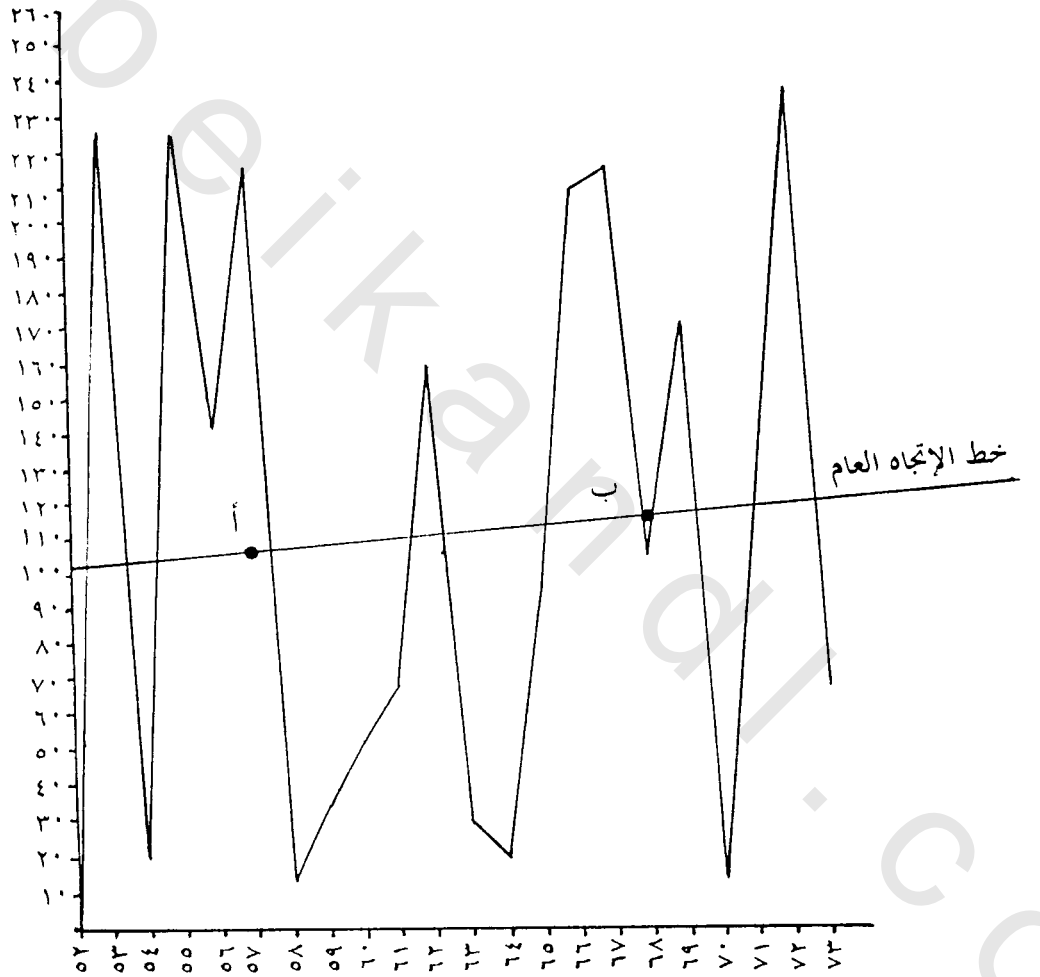
السنة	كمية الأمطار بالمليمتر	المتوسطات المتحركة الخماسية	المتوسطات المتحركة الثلاثية
٥٢	٦		
٥٣	٢٢٧		٨٤,٣
٥٤	٢٠	١٢٤,٦	١٥٨
٥٥	٢٢٧	١٦٦,٨	١٣٠
٥٦	١٤٣	١٢٤,٢	١٩٥,٦
٥٧	٢١٧ شبه متوسط ١٠٦,٢	١٢٧,٢	١٢٤
٥٨	١٤	٩١,٨	٨٨,٣
٥٩	٣٤	٧٧	٣٣
٦٠	٥١	٦٥,٦	٥١,٣
٦١	٦٩	٦٨,٨	٩٣,٣
٦٢	١٦٠ المنتصف	٦٦	٨٦,٣
٦٣	٣٠	٧٤,٢	٧٠
٦٤	٢٠	١٠٢,٤	٤٧,٣
٦٥	٩٢	١١٣,٦	١٠٧,٣
٦٦	٢١٠	١٢٩,١	١٧٢,٧
٦٧	٢١٦,٢	١٥٩,٦	١٧٧,٨
٦٨	١٠٧,٤ شبه متوسط ١١٧,٦	١٤٤,٢	١٦٣,٤
٦٩	١٧٢,٥	١٢٨,٥	٩٨,٢
٧٠	١٤,٨	١٣١,٢	١٠٦,٣
٧١	١٣١,٧	١٢٣,٦	١٢٥,٤
٧٢	٢٢٩,٧		١٤٣,٥
٧٣	٦٩,٣		

obeikandl.com

شكل (١٣-٢)

تعيين خط الاتجاه العام للسلاسل الزمنية

لكمية الأمطار الساقطة على الرياض (٥٢-١٩٧٣)



- أ = متوسط النصف الأول من الفترة الزمنية
- ب = متوسط النصف الثاني من الفترة الزمنية

---

* اخذت هذه القيم من عدة مصادر ، كما أن بعضها يمثل ارقاماً خيالية لذا فالمثال ليس حقيقياً .

obeikandl.com

وفي مثالنا عن كمية الأمطار الساقطة على الرياض وجدنا أن متوسط الإحدى عشرة سنة الأولى (أي منتصف الفترة الزمنية) هو ١٠٦,٢ مم، ومتوسط الإحدى عشرة سنة الثانية هو ١١٧,٦ مم، وبالتالي ثبتنا قيمة ١٠٦,٢ مم أمام سنة ١٩٥٧ وهي منتصف النصف الأول للفترة الزمنية في الرسم البياني، وكذلك نفعل بمتوسط النصف الثاني من الفترة الزمنية، ونصل النقطتين بخط مستقيم وهو الذي يمثل الاتجاه العام لكمية الأمطار الساقطة على مدينة الرياض لهذه الفترة سنة ١٩٥٢ - ١٩٧٣م. ومن الشكل يتضح أن هناك اتجاهاً عاماً متصاعداً Upward Secular Trend ولكنه تصاعد بسيط جداً، أي أن كمية الأمطار ازدادت على الرياض بشكل ضئيل في غضون الفترة المدروسة، ومن الواضح كذلك أن اختلافات القيم وانحرافها عن خط الاتجاه العام يمكن تلخيصها بالعلامات السالبة والموجبة الآتية: (- + + - + - + + - - - + - - - - + + + - +).

جدول (١٢-٢)

عمل المتوسطات المتحركة

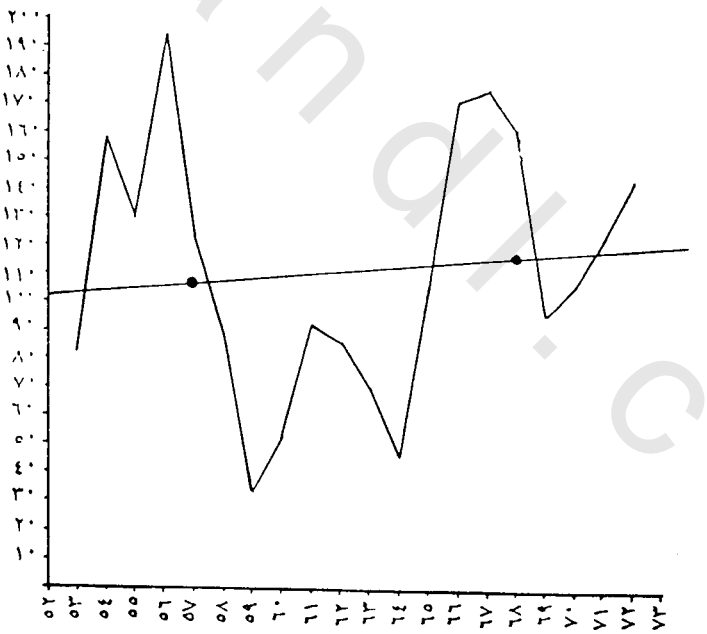
السنة	القيمة	المتوسطات المتحركة الخماسية	المتوسطات المتحركة الثلاثية
١	أ		
٢	ب		
٣	جـ	$\frac{أ+ب+جـ}{٣}$	
٤	د	$\frac{ب+جـ+د}{٣}$	$\frac{أ+ب+جـ+د+هـ}{٥}$
٥	هـ	$\frac{جـ+د+هـ}{٣}$	$\frac{ب+جـ+د+هـ+و}{٥}$
٦	و	وهكذا	وهكذا

٣- طريقة المتوسطات المتحركة *The Moving Average Method*:

وتعتمد هذه الطريقة على استخدام متوسطات متحركة. وهي عبارة عن استخدام متوسط قيم عدد معين (ثلاث أو خمس سنوات مثلاً) من السنوات المتعاقبة والمتداخلة، ثم نثبت قيم هذه المتوسطات أمام السنوات الوسطى في الرسم البياني. أي إن القيمة المتحصل عليها من المتوسط الثلاثي للقيم أ + ب + جـ نثبتها أمام السنة الثانية في الرسم، وكذلك فإن قيمة المتوسط المتحرك الخماسي أ + ب + جـ + د + هـ تثبت أمام السنة الثالثة وهكذا.

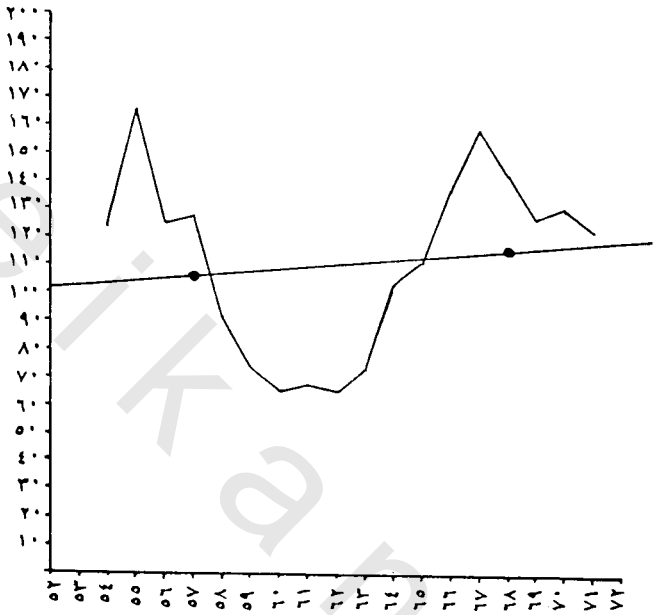
obeikandl.com

والجـدول رقم (١٣-٢) يوضح طريقـة عـمل المتـوسطات الثـلاثيـة والخماسية لكمية الأمطار الساقطة على الرياض التي ذكرت في الجدول رقم (١٣-١)، والشكلان رقم (١٣-٣)، (١٣-٤) يمثلان السلسلة الزمنية لكمية الأمطار الساقطة على الرياض في الفترة ٥٢ - ١٩٧٣ اعتماداً على الجـدول رقم (١٣-١)، وهذان الشكلان يظهـران الاتجـاهات الدورية والتقلبات الزمنية لكمية الأمطار الساقطة على الرياض، ولا شك أن هذه التـقلبـات تأخـذ شكلاً منتظمـاً يبـدو أكـثـر وضـوحـاً بتطبيق المتـوسطات الخماسية. ويعاب على هذه الطريقة أنها تؤدي إلى فقدان البيانات في بداية ونهاية السلسلة الزمنية.



شكل (١٣-٣) خط الاتجاه العام والمتوسطات الثلاثية المتحركة لكمية الأمطار الساقطة على الرياض (٥٢-١٩٧٣)

شكل (١٣-٤) خط الاتجاه العام والمتوسطات الخماسية المتحركة لكمية الأمطار الساقطة على الرياض (٥٢-١٩٧٣)



٤- طريقة المربعات الصغرى:

هي عبارة عن إيجاد خط انحدار (خط اتجاه عام) لسلوك الظاهرة المدروسة رياضياً بحيث تكون مجموع مربعات انحرافات النقاط عن هذا الخط الممثل للاتجاه العام أصغر ما يمكن. وفي حال استخدام هذه الطريقة في السلاسل الزمنية فإن عنصر الزمن يشكل المتغير المستقل. وقيم الظاهرة المدروسة تمثل المتغير التابع.

إن معادلة خط الاتجاه العام هي معادلة الانحدار البسيط وهي:

ص = أ + ب س

حيث ص: تمثل القيمة الاتجاهية للمتغير التابع (الظاهرة المدروسة)

أ، ب: ثابتا معادلة الانحدار

أ، ب : ثابتا معادلة الانحدار

س : الزمن أو قيم السنوات المتتالية في السلسلة الزمنية .

نستطيع الحصول على تقديرات أ، ب من المعادلتين التاليتين وهما معادلتا تحليل الانحدار :

$$ب = \frac{مجـ س ص - ن \bar{س} \bar{ص}}{مجـ س^2 - ن (س-)^2}$$

$$أ = ص- - ب س-$$

وبما أن المتغير المستقل هو الزمن وقيمه كبيرة فإننا يمكن اختصار العمليات الحسابية عن طريق إعطاء السنوات أرقاماً رمزية صغيرة ، كأن نحدد أن عام ١٩٩٥ يرمز له بالرمز (١) وعام ٩٦ بالرمز (٢)، و ٩٧ بالرمز (٣) وهكذا، وعلينا ذكر بداية هذا الرمز عقب معادلة خط الاتجاه العام مباشرة[١] . حتى يستطيع الباحث استخدام المعادلة بدقة . ولإعطاء فكرة حول تقدير الاتجاه العام الخطي اخترنا السلسلة الزمنية لتطور الإنفاق الحكومي على قطاع التعليم المهني المثبتة في الجدول التالي :

مثال:

الجدول التالي رقم (١٣-٣) يمثل الإنفاق الحكومي على قطاع التعليم

(١) محمد فريز منفيخي : مبادئ الإحصاء للعلوم الاقتصادية والإدارية، مكتبة الخريجي، الرياض، طبعة ثانية، ١٤٠٤هـ ص ٢١٣ - ٢١٧ .

obeikandl.com

المهني خلال الفترة من ١٤١٤-١٤١٨هـ، والمطلوب: تقدير معادلة الاتجاه العام لهذه السلسلة الزمنية ورسمها على شكل بياني.

جدول رقم (١٣-٣)

الإنفاق الحكومي على قطاع التعليم المهني (مليون ريال) لفترة ١٤١٤-١٤١٨هـ

السنة	الإنفاق
١٤١٤	١٤
١٤١٥	١٧
١٤١٦	٢١
١٤١٧	٢٥
١٤١٨	٣٦

لحساب خط الاتجاه العام لا بد من عمل ما يلي:

١- نكوِّن جدولاً مثل الجدول رقم (١٣-٤)، بحيث تمثل (س) قيم الزمن (المتغير المستقل)، وتعطى للسنوات أرقام من (١-٥) لتسهيل عمليات الحساب، أما (ص) فيمثل قيم الإنفاق السنوي (المتغير التابع)، ثم نوجد قيم س ص و س٢ على النحو الموضح في الجدول:

جدول رقم (١٣-٤)

طريقة حساب خط الاتجاه العام عن طريق الانحدار

السنة	رمز السنة (س)	رمز الإنفاق (ص)	س ص	س٢	ص٨
١٤١٤	١	١٤	١٤	١	١٢,٢
١٤١٥	٢	١٧	٣٤	٤	١٧,٤
١٤١٦	٣	٢١	٦٣	٩	٢٢,٦
١٤١٧	٤	٢٥	١٠٠	١٦	٢٧,٨
١٤١٨	٥	٣٦	١٨٠	٢٥	٣٣
	١٥	١١٣	٣٩١	٥٥	١١٣

٢- تحسب المتوسط الحسابي لكل من قيم س و ص وهما: ١٥ ÷ ٥ = ٣، ١١٣ ÷ ٥ = ٢٢,٦.

٣- نستخدم المعادلات الخاصة بحساب قيم الثوابت ب، أ

$$ب = \frac{مجـ س ص - ن س^- ص^-}{مجـ س٢ - ن (س^-)٢} =$$

$$ب = \frac{٣٩١ - ٥ \times ٣ \times ٢٢,٦}{٥٥ - ٥ \times (٣)^٢} = \frac{٣٣٩ - ٣٩١}{٤٥ - ٥٥}$$

$$ب = \frac{٥٢}{١٠} = ٥,٢$$

أ = ص- ـ ب س-

أ = ٦,٢٢ - ٥,٢ × ٣ = ٦,٢٢- ٦,١٥

أ = ٧

٤-تكون معادلة خط الاتجاه العام بطريقة المربعات الصغرى على النحو التالي:

ص=٧+٢,٥س

حيث س=١ في عام١٤١٤هـ

و ب = الزيادة السنوية

٥- من خلال المعادلة السابقة يمكن استخراج قيم ص الاتجاهية لكل السنوات السابقة. فإذا أخذنا سنة عام ١٤١٤ وهي السنة الأولى تكون قيمة ص الاتجاهية على النحو التالي:

ص=أ + ب س

=٧+٢,٥×(١)

=٧+٢,٥=١٢,٢

وكذلك الحال في عام ١٤١٥هـ وهي السنة الثانية تكون قيمة ص الاتجاهية هي:

$$١٧,٤ = (٢) \times ٥,٢ + ٧$$

و بالطريقة نفسها يمكن الحصول على قيم جميع السنوات (انظر العمود الأخير في الجدول رقم (١٣-٤).

٦- نختار قيمة أي سنتين ونحددها على رسم بياني يمثل المحور الأفقي فيه عنصر الزمن والمحور الرأسي قيم الظاهرة. ونرسم من خلال هاتين النقطتين خط الاتجاه العام لسير الظاهرة. (انظر شكل رقم ١٣-٥) ومن الجدير بالذكر أن قيمة المتغير في أي سنة من سنوات السلسلة يقابل منتصف السنة أي ٣٠/ ٦ أو ١/ ٧ من كل عام، وعلى ذلك فقيم ص الاتجاهية تقع عند منتصف السنة لا عند بدايتها[١].

الطريقة المختصرة في حالة عدد سنوات السلسلة الزمنية فردياً :

بما أن عدد سنوات السلسلة الزمنية فردياً فإنه يمكننا وضع الصفر أمام السنة التي تقع في المنتصف ونرمز للسنوات التي قبل الصفر مباشرة بالرموز -١ ، -٢ ، -٣ والتي بعد الصفر+١ ، +٢ ، +٣ ونجد أن مجموع الرموز مساوية للصفر؛ لأن مجموع الأعداد الموجبة مساو لمجموع الأعداد السالبة[٢].

فلو رجعنا إلى المثال السابق الخاص بقيمة الإنفاق الحكومي على التعليم المهني وقمنا بحله على الطريقة المختصرة لخرجنا بالجدول التالي رقم (١٣-٥).

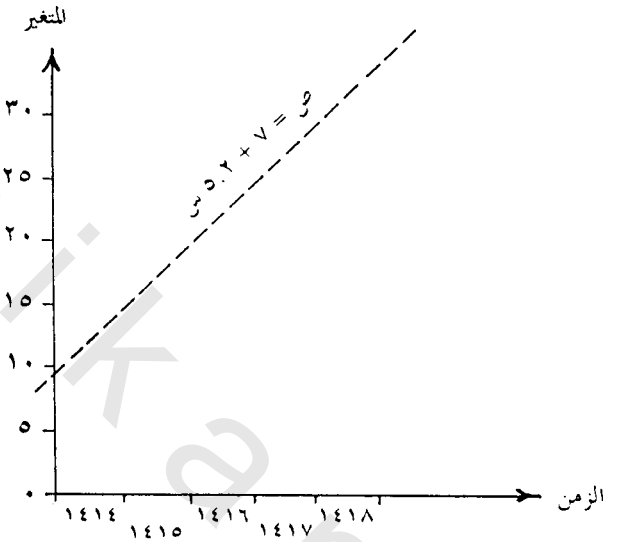
---

(١) محمد فريز منفيخي: مبادئ الإحصاء للعلوم الاقتصادية والإدارية، مرجع سابق ص ٢١٣ - ٢١٦ .

(٢) المرجع السابق : ص ٢١٧-٢٢٢ .

شكل (١٣:٥)

خط الاتجاه العام للإنفاق الحكومي على قطاع التعليم المهني



جدول رقم (١٣-٥)

حساب السلسلة الزمنية للسنوات الفردية

السنة	رمز السنة (س)	رمز الإنفاق (ص)	س ص	س٢	ص٨
١٤١٤	٢-	١٤	٢٨-	٤	١٢,٢
١٤١٥	١-	١٧	١٧-	١	١٧,٤
١٤١٦	صفر	٢١	صفر	صفر	٢٢,٦
١٤١٧	١+	٢٥	٢٥+	١	٢٧,٨
١٤١٨	٢+	٣٦	٢٧+	٤	٣٣
	صفر	١١٣	٥٢+	١٠	١١٣

إن استخراج قيمة ب في الطريقة المختصرة بعد أن أصبحت قيم الزمن = صفر تكون على النحو التالي :

$$ب = \frac{\text{مجـ س ص}}{\text{مجـ س}^2} = \frac{٥٢}{١٠}$$

$$= ٥,٢$$

أما قيمة أ فتساوي المتوسط الحسابي لقيم ص أي أن $= \frac{\text{مجـ ص}}{\text{ن}}$

$$أ = \frac{١١٣}{٥} = ٢٢,٦$$

ونستنتج من ذلك أن معادلة الاتجاه العام هي :

ص ٨ = أ + ب س

= ٢٢,٦ + ٥,٢ س

حيث س = صفر بتاريخ ٣٠/٦/١٤١٦ أو ١/٧/١٤١٦ ، ب تمثل الزيادة السنوية .

ويمكننا أن نلاحظ ما يلي على هذه الطريقة المختصرة .

١ - إن قيمة معامل الانحدار في معادلة خط الاتجاه العام (ب) متساوية في كلا الطريقتين .

٢ - يختلف موقع الصفر في رموز السنوات في كلا الطريقتين .

٣- تتساوى حتماً قيم المتغير التابع الاتجاهية بأي طريقة تم حسابها[١]

الطريقة المختصرة في حالة عدد سنوات السلسلة الزمنية زوجياً .

في هذه الحالة لا يقع الصفر مقابل سنة معينة ولكنه يقع بين سنتين من سنوات السلسلة الزمنية . ونحن نعلم وجوب وضع رمز السنة ما قبل منتصف كل سنة ؛ لذلك نضع ±١ قبل وبعد الصفر بحيث تمثل هذه الوحدة نصف سنة وليس سنة ؛ ولذلك وجب أن يكون الرقم التالي ±٣ ، ±٥ ، ±٧ وهكذا . وبهذه الطريقة يصبح مجموع رموز المتغير المستقل وهو الزمن مساوياً للصفر ونستطيع تطبيق الطريقة المختصرة لحساب ثابتي معادلة خط الاتجاه العام ، وتصبح في هذه الحالة قيمة (ب) تمثل زيادة نصف سنوية .

إن الجدول التالي رقم (١٣-٦) يمثل أحد السلاسل الزمنية التي تمثل صادرات السلع والخدمات في الأردن للأعوام ١٩٧٠ - ١٩٧٩م . إن موقع الصفر في الجدول السابق لا يقابل سنة معينة ولكنه يقع بين سنتي ١٩٧٤ و ١٩٧٥ وفي هذه الحالة يتم ترقيم السنوات بدءاً من هذه النقطة إلى -١ ، -٣ ، -٥ للسنوات التي قبل ١٩٧٥ و +١ ، +٣ ، +٥ . للسنوات ١٩٧٥ فأكثر على النحو الموضح في الجدول .

---

(١) المرجع السابق ص ٢١٨ .

جدول رقم (١٣-٦)

صادرات السلع والخدمات في الأردن (بالمليون دينار)

للفترة (١٩٧٠ - ١٩٧٩)

السنة	ص	رمز السنة (س)	س٢	س ص
١٩٧٠	١٧,٦	-٩	٨١	-١٥٨,٤
١٩٧١	١٧,٨	-٧	٤٩	-١٢٤,٦
١٩٧٢	٣٧,٠	-٥	٢٥	-١٨٥,٠
١٩٧٣	٥٢,٤	-٣	٩	-١٥٧,٢
١٩٧٤	٨٠,٣	-١	١	-٨٠,٣
١٩٧٥	١١٨,٩	+١	١	+١١٨,٩
١٩٧٦	١٩٢,١	+٣	٩	+٥٧٦,٣
١٩٧٧	٢٤٢,٠	+٥	٢٥	١٢١٠,٠
١٩٧٨	٢٦٤,٣	+٧	٤٩	+١٨٥٠,١
١٩٧٩	٣٣٩,٥	+٩	٨١	+٣٠٥٥,٥
	١٣٦١,٩	صفر	٣٣٠	٦١٠٥,٣

المصدر: عبدالرزاق شربجي وخالد الملا: الإحصاء الوصفي ص ١٨٨.

ونستطيع تطبيق المعادلة السابقة لاستخراج قيمة ب و أ

$$ب = \frac{\text{مجـ س ص}}{\text{مجـ س٢}} \qquad أ = \frac{\text{مجـ ص}}{\text{ن}}$$

obeikandl.com

$$\text{وبذلك تكون قيمة ب} = \frac{٦١٠٥,٣}{٣٣٠} = ١٨,٥$$

$$\text{أ} = \frac{١٣٦١,٩}{١٠} = ١٣٦,١٩$$

وعلى ذلك فمعادلة الاتجاه العام لهذه السلسلة الزمنية هي :

ص٨ = أ + ب س

= ١٣٦,١٩ + ١٨,٥ س

حيث نقطة الأصل س = صفر هي أول يناير (كانون ثاني) ١٩٧٥ ووحدات س هي نصف سنة . أما وحدات ص فهي الصادرات السنوية المتوقعة من السلع (بالمليون دينار)، وتقيس قيمة ب = ١٨,٥ الزيادة المتوقعة كل نصف سنة[١] .

تقدير التغيرات الموسمية في بيانات السلسلة الزمنية:

يهتم الباحث بتقدير التغيرات التي تطرأ على الظاهرة في الفصول أو الأشهر أو الأسابيع أو حتى خلال الأيام المختلفة . وتعرف هذه التغيرات بالتغيرات الموسمية . وتحدث هذه التقلبات بتأثير عوامل مختلفة تؤثر على الظاهرة المدروسة . ويرتبط بعضها بتغيرات في الطقس أو في العادات الاجتماعية، فمثلاً تزداد مبيعات المشروبات الغازية في الصيف وتقل في الشتاء، وتطرأ زيادة مفاجئة في مبيعات ملابس البحر خلال موسم الصيف

(١) عبدالرزاق شربجي وخالد الملا : الإحصاء الوصفي، دار العلم للملايين بيروت، ١٩٨٧ ص ٥٨١ - ١٨٩ .

وكذلك زيادة مبيعات المحلات التجارية في المواسم والأعياد، وزيادة الطلب على البترول في فصل التشاء، وزيادة حركة المواصلات في فترات الذروة في الصباح وعند الظهيرة من كل يوم.

تلقى هذه التغيرات اهتماماً كبيراً من أصحاب العلاقة لمعرفة حركة الزياد و النفقات لمواجهة الطلب المتوقع، وبالتالي تمويل النفقات الإضافية المتوقعة للإنتاج أو الشراء وأخذ الاحتياطات اللازمة عند حصول مثل هذه التغيرات.

طريقة متوسط النسب المئوية:

في هذه الطريقة يعبر عن بيانات كل موسم (سواء أكان الموسم يوماً أو أسبوعاً أو شهراً أو فصلاً) كنسبة مئوية إلى متوسط قيمة المتغير في السنة نفسها، ثم نحصل على الوسط الحسابي لكل موسم على حدة. وهذه النسب المئوية هي الدليل الموسمي المطلوب. وهناك أمران لا بد من ملاحظتهما في هذا الدليل وهما:

١- من الأفضل حذف القيم المتطرفة عند حساب الوسط الحسابي.

٢- إذا كان متوسط النسب المئوية الموسمية يزيد أو يقل عن ١٠٠٪ وجب تعديل الدليل وذلك بضربه في معامله.

مثال:

فيما يلي جدول رقم (١٣-٧) يظهر المبيعات اليومية لأحد المحلات التجارية خلال شهر محرم عام ١٤١٨هـ، والمطلوب: حساب الدليل الموسمي بطريقة متوسط النسب المئوية.

جدول رقم (١٣-٧)

المبيعات اليومية لأحد المحلات التجارية خلال شهر محرم ١٤١٨هـ

	السبت	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة
الأسبوع الأول	١٢	١٣	١٧	١٨	١٥	١٤	١٣
الأسبوع الثاني	١١	١٠	١٥	١٦	١٨	١٢	١١
الأسبوع الثالث	١٣	١٤	١٩	٢٠	٢١	١٧	١٦
الأسبوع الرابع	١٥	١٦	١٨	٢٠	١٩	١٥	١٤

المصدر : محمد فريز منفيخي : مبادئ الإحصاء ص ٢٢٥ .

يمكن تلخيص خطوات حساب الدليل الموسمي بطريقة متوسط النسب المئوية على الشكل التالي (انظر جدول رقم ١٣-٨) .

١- جمع بيانات كل أسبوع على حدة أفقياً .

٢- حساب متوسط مبيعات كل أسبوع على حدة .

٣- حساب النسبة بين مبيعات كل يوم إلى متوسط المبيعات الأسبوعي أفقياً، فعلى سبيل المثال لاستخراج مبيعات يوم السبت خلال الأسبوع الأول نقسم رقم ١٢ (وهي مبيعات يوم السبت) على المتوسط الإسبوعي وهو ١٤,٥٧١ ونضرب الناتج في ١٠٠ فنحصل على نسبة مبيعات يوم السبت وهي ٨٢,٣٥ ونجري عملية الحساب لكافة القيم خلال شهر فنحصل على النسب المئوية الموجودة في جدول رقم (١٣-٨) .

٤- نجمع نسب المبيعات اليومية لكل يوم من أيام الأسبوع لوحده

جدول رقم (٨:١٣)
الدليل الموسمي لمبيعات المحل بطريقة متوسط النسب المئوية

الإسبوع	مجموع الإسبوع	متوسط الإسبوع	نسب المبيع اليومي إلى المتوسط الإسبوعي						
			السبت	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة
الأول	١٠٢	١٤,٥٧١	٨٢,٣٥	٨٩,٢٢	١١٦,٦٧	١٢٣,٥٣	١٠٢,٩٤	٩٦,٠٨	٩٨,٢٢
الثاني	٩٣	١٣,٢٨٦	٨٢,٨١	٧٥,٢٧	١١٢,٩	١٢٠,٤	١٣٥,٤٨	٩٠,٣٢	٨٢,٨
الثالث	١٢٠	١٧,١٤٣	٧٥,٨٣	٨١,٦٧	١١٠,٨٣	١١٦,٦٧	١٢٢,٥	٩٩,١٧	٩٣,٣٣
الرابع	١١٧	١٦,٧١٤	٨٩,٧٤	٩٥,٧٣	١٠٧,٧	١١٩,٦٦	١١٣,٦٨	٨٩,٧٤	٨٣,٧٦
المجموع	٤٣٢		٣٣٠,٧٣	٣٤١,٨٩	٤٤٨,١	٤٨٠,٦	٤٧٤,٦	٣٧٥,٣١	٣٤٩,١١
الدليل الموسمي	٧٠٠	١٠٠	٨٢,٦٨٢٥	٨٥,٤٧٢٥	١١٢,٠٢٥	١١٨,٦٥	١١٨,٦٥	٩٣,٨٣	٨٧,٢٧٧٥

المصدر: محمد فريز منفيخي: مبادئ الإحصاء ص ٢٢٦.

عمودياً. فمثلاً: لحساب مبيعات أيام السبت نجمع مبيعات هذا اليوم خلال الشهر فنجدها تعادل ٧٣, ٣٣٠ .

٥- نحسب متوسط النسب السابقة (خطوة ٤) وذلك بقسمتها على عدد الأسابيع وهي (٤) فيكون المتوسط هو ٦٨٢٥ , ٨٢ فنحصل بذلك على الدليل الموسمي ليوم السبت. وكذلك نفعل في بقية الأيام.

٦- من المفترض أن يكون متوسط نسب الدليل يساوي ١٠٠٪، فمثلاً في مثالنا لا بد من أن يكون مجموع الدليل الموسمي للأيام السبعة يعادل ٧٠٠ والمتوسط يعادل ١٠٠، فإذا لم يكن كذلك وجب تعديل الدليل الموسمي عن طريق النسبة التالية:

$$\frac{\text{نسبة كل يوم} \times ٧٠٠}{\text{المجموع الفعلي}}$$

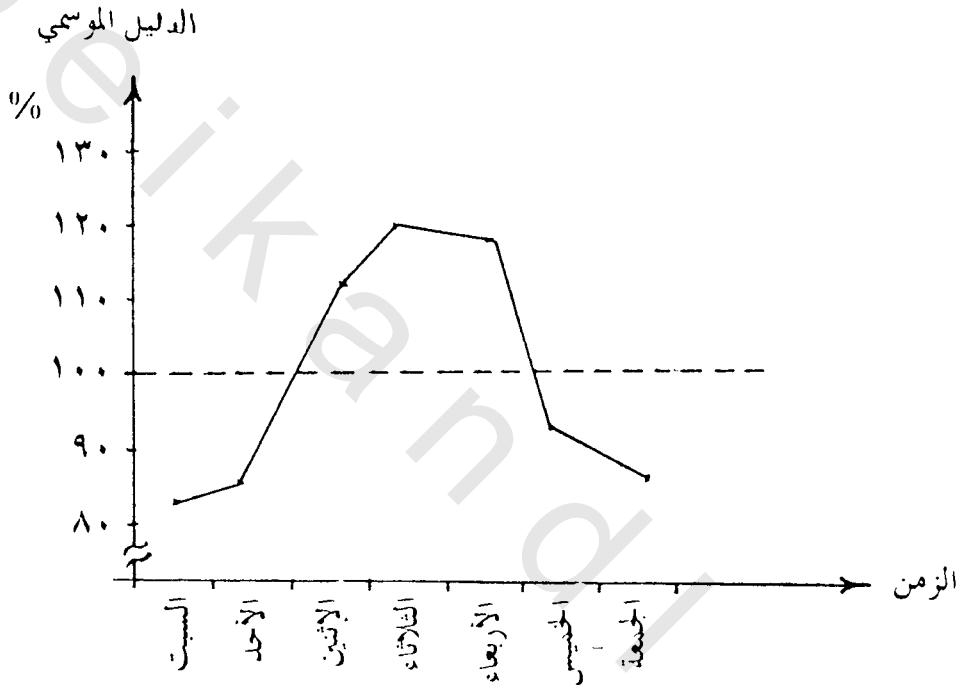
وعادة ما يهمل التعديل إذا كانت الفروق ضئيلة جداً.

٧- نستطيع رسم الدليل الموسمي على شكل بياني لتصوير حركة تأثير الموسم على المتغير المدروس وتذبذبه بين الزيادة والنقصان حول خط المتوسط الذي يقابل النسبة المئوية ١٠٠٪، وإذا رسمنا الدليل الموسمي بوضع أيام الأسبوع على المحور الأفقي وقيمة الدليل الموسمي على المحور الرأسي ينتج لدينا الشكل رقم (١٣-٦) الذي يظهر انخفاض المبيعات يومي السبت والأحد عن المتوسط العام، فيما تزيد هذه المبيعات في أيام الاثنين والثلاثاء والأربعاء، ثم تعود المبيعات للانخفاض يومي الخميس والجمعة.

ومن الملاحظ أن ذروة المبيعات هو يوم الثلاثاء بينما أقل المبيعات تكون في يوم السبت من كل أسبوع[1].

شكل (١٢-٦)

الدليل الموسمي لمبيعات محل تجاري خلال شهر



تقدير التغيرات الدورية وغير المنتظمة (العشوائية):

ذكرنا سابقاً أن السلاسل الزمنية تتأثر بالاتجاه العام لتطور الظاهرة المدروسة وما يطرأ على هذا الاتجاه من مؤثرات موسمية ودورية وعشوائية. ولمعرفة المؤثرات الدورية والعشوائية التي تؤثر في السلسلة الزمنية لابد من التخلص من كل من أثر الاتجاه العام والتغيرات الموسمية وفي هذه الحالة تبقى المؤثرات الدورية غير المنتظمة.

(١) محمد فريز منفيخي: مرجع سابق ص ٢٢٥ - ٢٢٧.

عمل السلاسل الزمنية بالحاسوب:

ذكرنا أن السلاسل الزمنية هي عبارة عن مجموعة قراءات تأخذها الظواهر عند فترات زمنية غالباً ما تكون متساوية (يوم، أسبوع، شهر، سنة . . . إلخ) وتؤثر على السلسلة العديد من المؤثرات التي تحدثنا عنها سابقاً (مؤثرات اتجاهية، دورية، موسمية وعشوائية) ومن أهم أغراض دراسة السلاسل الزمنية هو التعرف على التغيرات التي تطرأ على الظاهرة عبر الزمن لمعرفة أسبابها ونتائجها والعلاقة بينها وبين غيرها من الظواهر، وكذلك التنبؤ الإحصائي بقيمها المستقبلية مما يساعد على اتخاذ القرارات التي تتعلق بالتخطيط المستقبلي للظاهرة المدروسة.

هناك في حزمة البرامج الإحصائية (Spss) برنامج خاص يتعلق بالنماذج الرياضية المتعلقة بتحليل الاتجاهات Trend Analysis التي تخص السلاسل الزمنية، هذا البرنامج الإحصائي يعرف باسم أريما (ARIMA) وهو اختصار لـ Auto Regressive Integrated Moving Average أي: (برنامج المتوسطات المتحركة المتكاملة ذات الانحدار التلقائي)، ويستند هذا البرنامج على ثلاثة اعتبارات ترتبط ارتباطاً وثيقاً بسلوك الظاهرة خلال الزمن، وهذه الاعتبارات هي:

١- ترتيب الانحدار التلقائي للسلسلة الزمنية.

٢- درجة الفروق في السلسلة الزمنية .

٣- ترتيب المتوسطات المتحركة للسلسلة الزمنية.

يقوم برنامج أريما بحساب معاملات خاصة للاعتبارات السابقة

تستخدم للتنبؤ بسلوك الظاهرة المستقبلي، وهذه المعاملات يرمز لها نظرياً بالرموز: (Pdq) على التوالي ويسمى البرنامج: Arima Pdq، وهناك نماذج رياضية عديدة لحساب معاملات الانحدار الخطي الخاصة بالتنبؤ. ويختار الباحث النموذج الذي يتلاءم مع بحثه.

أكثر استخدامات برنامج أريما في دراسة الحوادث المرورية. وقد استخدم هذا البرنامج لتحليل حوادث المرور بالعديد من مدن المملكة[1] بهدف التنبؤ بحجم الحوادث المرورية في المستقبل، في محاولة لمعرفة الأسباب الكامنة وراء هذه الحوادث، ومحاولة التقليل منها في المستقبل.

الخطوات الإجرائية لعمل السلاسل الزمنية بالحاسوب:

سنأخذ مثالاً يوضح طريقة استعمال السلاسل الزمية من خلال الحاسوب، والمثال التالي هو دراسة أعدها أحد الباحثين حول حوادث المرور في مدينة الطائف وضواحيها[2] وتتلخص الخطوات الإجرائية فيما يلي:

١- إعداد مصفوفة البيانات: قام الباحث بحصر عدد الحوادث، وأعداد القتلى والمصابين، الناجمة عن هذه الحوادث خلال الفترة من ١٤٠٩ - ١٤١٧م مرتبة بحسب شهور كل سنة على النحو التالي:

(١) انظر صالح شباب الغامدي: حوادث المرور في مدينة الطائف وضواحيها، رسالة ماجستير غير منشورة - قسم الجغرافيا - جامعة أم القرى ١٤١٨هـ، وانظر أيضاً أمين عبدالحميد قشقري: خصائص الحوادث المرورية واتجاهاتها بمنطقة الرياض - رسالة ماجستير غير منشورة، أكاديمية نايف العربية للعلوم الأمنية، ١٤١٧هـ.

(٢) صالح شباب الغامدي: مرجع سابق.

جدول (٩:١٣) حوادث المرور الشهرية

الأشهر	السنوات	عدد الحوادث	عدد القتلى	عدد المصابين
محرم	١٤٠٩	٤٩٨	١٢٣	٨٩٧
صفر	١٤٠٩	٥٢٨	١١٨	٩١٨
ربيع أول	١٤٠٩	٤٥٦	١٠٢	٧٥٦
ربيع ثاني	١٤٠٩	٤٢٧	٧٠	٦٣٤
جمادى الأولى	١٤٠٩	٤٣٣	٨٣	٦٥١
جمادى الآخرة	١٤٠٩	٤٠٨	٧٩	٦٦٥
رجب	١٤٠٩	٤٧٦	٨٨	٧٩١
شعبان	١٤٠٩	٤٩٦	١٠٢	٨٠٤
رمضان	١٤٠٩	٦٤٧	١٥٧	١١٨٢
شوال	١٤٠٩	٤٦٠	٨٥	٧٨٧
ذو القعدة	١٤٠٩	٤٣٠	٥٤	٦٣٦
ذو الحجة	١٤٠٩	٥٠٥	١٠١	١٠٢٣

٣- إجراء التحليل:

هناك سلسلة من الخطوات لعمل التحليل الإحصائي من خلال برنامج أريما، وتختلف هذه الخطوات بحسب نوع النموذج الرياضي المستخدم في التحليل، سيما وأن أريما موجود ضمن الـ spss وضمن برامج أخرى مثل: Mini Tab وغيرها من البرامج الإحصائية، وفي الغالب يختار الباحث من شريط القوائم قائمة إحصاء Statistics، ثم يختار من القاعدة المنسدلة: السلاسل الزمنية Time Series، ثم من القائمة الفرعية التالية يختار: تحليل الاتجاهات Trend Analysis فتظهر شاشة جديدة تحتوي متغيرات الدراسة، فيختار الباحث المتغير المطلوب دراسته. كما يختار من اللوحة نفسها أمر عمل التنبؤ Generate Forcasting . ويمكن أن يختار الباحث التنبؤ على

أساس كل الحالات في المصفوفة، أوبعض الحالات التي يختارها. وهناك مجموعة من الأوامر الأخرى تختلف بين برنامج وآخر، إلا أنها تتعلق بالأمور التالية:

١- التلاؤمات Fits المتعلقة بتمهيد الخط البياني للسلسلة.

٢- خط الاتجاه العام Trend Line

٣- البواقي Residuals

٤- القيم المتنبأ بها Forcasted

٥- وخيارات أخرى تختلف بحسب موضوع الدراسة.

٣- النتائج: أهم مخرجات تحليل السلاسل الزمنية ثلاثة أمور هي:

١- معادلة خط الانحدار وهي المعادلة التي يبنى على أساسها التنبؤ المستقبلي.

٢- رسم بياني يظهر اتجاه خط الظاهرة المدروسة.

٣- القيم المتوقعة المستقبلية للظاهرة المدروسة.

obeikandl.com

obeikandl.com

أسئلة وتطبيقات

س١ : الجدول التالي يبين إنتاج أحد المصانع خلال الفترة الزمنية ١٤١٢-١٤١٨ وذلك بآلاف الأطنان .

السنوات	١٤١٢	١٤١٣	١٤١٤	١٤١٥	١٤١٦	١٤١٧	١٤١٨
الإنتاج	٨	٩	١٠	١٣	١٤	١٦	٢٠

١-احسب معادلة خط الاتجاه العام بالطريقة المختصرة .

٢- فسر ثوابت المعادلة التي حصلت عليها .

٣- قدر القيمة الاتجاهية للإنتاج في عام ١٤٢٠هـ.

٤- ارسم خط الاتجاه العام على الشكل البياني .

س٢ : الجدول التالي يمثل أعداد الحجاج (بالآلاف) الوافدين للمملكة العربية السعودية للفترة من عام ١٣٩٦ - ١٤٠٢ هـ.

السنوات	١٣٩٦	١٣٩٧	١٣٩٨	١٣٩٩	١٤٠٠	١٤٠١	١٤٠٢
عدد الحجاج	٧١٩	٧٣٩	٨٣٠	٨٦٣	٨١٣	٨٧٩	٩١٠

١- ارسم المنحنى التاريخي لعدد الحجاج .

٢- احسب المتوسطات المتحركة الثلاثية لعدد الحجاج للفترة السابقة .

٣- عين خط اتجاه الظاهرة على أساس أشباه المتوسطات .

٤- مثل قيم المتوسطات المتحركة على رسم بياني وقارن بينها وبين المنحنى التاريخي .

obeikandl.com

س٣: الجدول الآتي يبين متوسط سقوط الأمطار بالبوصات في أحد محطات الرصد للأعوام ١٤٠١ - ١٤١٨هـ.

٢٥، ٢٦، ٢٣، ٢٦، ٢٧، ٣١، ٢٩، ٣٢، ٣٠، ٣٣، ٢٦، ٢٧، ٣٢، ٢٥، ٣٢، ٢٦، ٢٤، ٣١.

١- مثل هذه السلسلة الزمنية على رسم بياني.

٢- احسب المتوسطات الثلاثية ومثلها بياناً.

٣- احسب المتوسطات الخماسية ومثلها بيانياً.

٤- ارسم خط اتجاه الظاهرة عن طريق أشباه المتوسطات.

٥- قارن بين الرسم البياني في كل من ١، ٢، ٣.

obeikandl.com