تمهيد عام.

بما أن غالبية المتغيرات الاقتصادية مثل الناتج الداخلي الخام، الناتج الوطني الخام، معدلات الفائدة، معدلات البطالة، أسعار الأسهم وعوائدها ... هي متغيرات تتغير وفقا للزمن فإننا سنهتم في تحليل السلاسل الزمنية بدراسة العلاقات بين هذه المتغيرات والعلاقات بين القيم الحالية والماضية لهذه المتغيرات، كما أن تحليل السلاسل الزمنية أستعمل لعدد واسع من التطبيقات كقياس دورة الأعمال، إدارة المخاطر المالية، تحليل السياسات الاقتصادية والتنبؤ ~~بالطلب~~ ومن أهم البرامج المستخدمة في تحليل السلاسل الزمنية د اكسال، اميون، R، C++، فورترون Fortran.

تعريف السلسلة الزمنية:

هي مجموعة من المشاهدات والقراءات تأخذها ظاهرة معينة مرتبة حسب التسلسل الزمني بحيث أن كل فترة زمنية تقابلها قيمة عددية لمؤشر أو الظاهرة تسمى مستوى السلسلة.

أو يمكن تعريفها على أنها مجموعة من المعطيات ممثلة عبر الزمن ومرتبة ترتيبا تصاعديا.

تعريف تحليل السلسلة الزمنية:

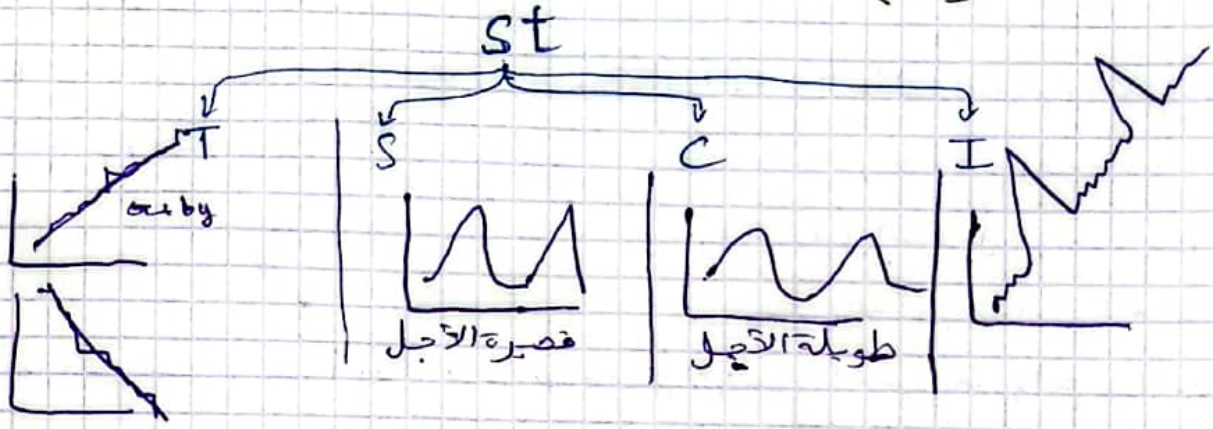
هو عملية فصل مكونات (مركبات) السلسلة عن بعضها البعض بهدف تحديد تأثير كل مكون من هذه المكونات على قيمة الظاهرة المدروسة، وهذه المكونات هي الاتجاه العام T، المركبة الموسمية S، المركبة الدورية C، المركبة العشوائية I.

أهمية تحليل السلسلة الزمنية:

تكمن أهمية تحليل سلسلة في التعرف على التغيرات التي تطرأ على قيم الظاهرة قيد الدراسة تمهيدا لدراستها ومعرفة أسبابها وآثارها بغية تحقيق أحد الأهداف التالية:

- اختبار مدى صحة العلاقات التي تقدمها النظرية الاقتصادية في تفسير بعض الظواهر.
- وضع وتصميم السياسات الاقتصادية.
- التنبؤ بسلوك بعض المتغيرات الاقتصادية أو القيم المستقبلية لها.

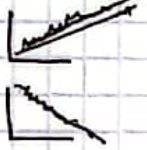
مركبات السلسلة الزمنية:



تتكون س ز من مجموعة من المركبات التي تساعدنا على معرفة سلوك السلسلة ومقدار تغيراتها وادراك طبيعتها واتجاهها حتى يصبح بالامكان القيام بالتقديرات اللازمة والتنبؤات الضرورية.

مركبة الاتجاه العام T:

هي عبارة عن نمو طبيعي للظاهرة حيث يعبر عن تطور مؤشر ما عبر الزمن سواءا كان هذا التطور بميل موجب أو سالب إلا أن هذا التطور لايمكن ملاحظته في الفترات القصيرة بينما يكون واضح في الفترات الطويلة ويرمز له بالرمز T



سلسلة زمنية ذات اتجاه عام موجب

" " " " سالب

المركبة الموسمية:

هي عبارة عن متغيرات تحدث بانتظام في وحدات زمنية متعاقبة والتي تنجم عن تأثير عوامل خارجية وهي تقلبات قصيرة المدى تتكرر على نفس الوتيرة كل سنة يرمز لها بالرمز S

المركبة الدورية C:

هي التغيرات التي تتكرر بانتظام خلال فترة زمنية طويلة (5 - 10 - 15 سنة) يرمز لها بالرمز C

المركبة العشوائية (الظرفية) I، E، U.

هي عبارة عن تلك التذبذبات غير المنتظمة بمعنى آخر هي عبارة عن تذبذبات شاذة التي تنجم عن ظروف طارئة لايمكن التنبؤ بها أو لايمكن تحديد نطاق تأثيرها حيث تنشأ عن أسباب عارضة لم تكن في الحسبان كالزلزال، اضراب العمال، الأحوال الجوية الطارئة.

النماذج الرياضية للسلاسل الزمنية:

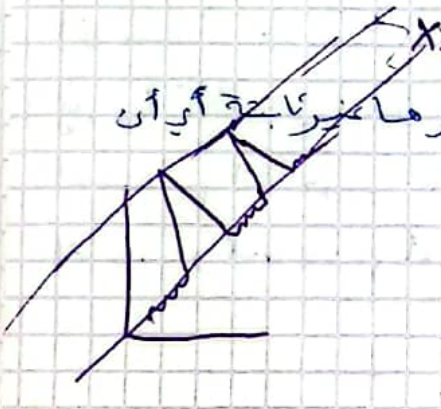
هناك العديد من النماذج الرياضية التي تصف سلوك س ز غير أن أهم هذه النماذج وأكثرها شيوعا ما يلي:

*سلاسل تجميعية (نموذج جمعي) تكون مركبات السلسلة مستقلة عن بعضها البعض والسلسلة الزمنية تكتب بالشكل التالي: $X = T + S + C + I$

يمكن معرفة هذا النموذج من خلال التمثيل البياني للسلسلة حيث تكون عناصر السلسلة محصورة بين خطين متوازيين

*سلاسل جداءية (مضاعفة، نموذج ضربي، جدائي): تكون مركبات السلسلة مرتبطة ببعضها البعض وتكتب بالشكل التالي: $X = T \times S \times C \times I$

يمكن معرفتها من خلال تمثيلها البياني وتكون عناصرها غير محصورة أي أن مستويات السلسلة تكون بين خطين غير متوازيين



الهدف من دراسة السلاسل الزمنية:

- شرح ووصف الظاهرة محل الدراسة
- التنبؤ بقيم السلسلة الزمنية
- التحكم والسيطرة وذلك باستخدام الواقع الموجود من خلال السلسلة المتنبؤ بها وتحديد السياسة ونشاط المؤسسة

أنواع السلاسل الزمنية:

تنقسم س ز عادة تبعا لخاصية الاستقرار إلى:

سلاسل زمنية مستقرة: وهي السلاسل التي تتغير مستوياتها مع الزمن دون أن يتغير المتوسط فيها خلال فترة زمنية طويلة نسبيا أي لا يوجد فيها اتجاه عام نحو الزيادة أو النقصان على مدى سواء (السلسلة المستقرة لا تحوي جدول الوحدة)

سلاسل غير مستقرة: وهي السلاسل التي يتغير متوسطها بالزيادة أو النقصان (السلاسل تحوي جدول الوحدة)

تقدير مركبات السلسلة الزمنية :

هناك العديد من طرق تقدير وقياس السلاسل الزمنية.

1- تقدير مركبة الاتجاه العام : مركبة الاتجاه العام ما هي إلا عبارة عن مركبة أو تقدير للسلسلة الزمنية وقد يكون تغير مستويات السلسلة يتخذ اتجاها تصاعديا أو تنازليا ويمكن تقدير مستوى السلسلة وفقا للطرق التالية:

1- طريقة اليد الحرة : في هذه الطريقة نستطيع إيجاد معادلة الانحدار لمستقيم يشمل نقطتين أساسيتين في السلسلة الزمنية وهي النقطة الأولى والنقطة الأخيرة أي من أجل إيجاد هذه المعادلة نقوم بحل جملة معادلتين ؛ نفرض أن النقطة A ذات الاحداثيات $A(t_1, y_1)$ هي النقطة الأولى في س ز وهذه النقطة تنتمي إلى مستقيم الانحدار في هذه السلسلة. ونفرض أن النقطة B ذات الاحداثيات $B(t_n, y_n)$ والتي تمثل آخر نقطة في س ز تنتمي أيضا المستقيم Δ ومعادلة المستقيم Δ تكون بالشكل التالي $\Delta : y = a + bt$ من أجل الحصول على معادلة الانحدار المستقيم Δ يكفي حل جملة المعادلتين التاليتين :

$$\begin{cases} y_1 = a + bt_1 \\ y_n = a + bt_n \end{cases}$$

مثال : إذا قدمت لك بيانات حول مبيعات شركة معينة في فترة زمنية ابتداء من 2010 كما يلي :

ابتداء من ... 0 / مبدأ الترميز / خلال الفترة ... 1											
t_i	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
y_i	5	7	9	10	10	11	12	17	18	20	22

1- مثل بيانيا السلسلة ما نوعها ؟

2- أحسب مركبة الاتجاه العام

3- قدر حجم مبيعات الشركة لسنة 2024

مثال 2 : خلال الفترة 2010 - 2020 كما يلي :

t_i	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
y_i	6	11	64	50	11	19	69	20	9	20	54

نفس الأسئلة.

حل مثال 2:

$A(1, 6)$ $B(11, 54)$

$$\begin{cases} 6 = a + b(1) \\ 54 = a + b(11) \end{cases}$$

$b = 4,8$

$a = 1,2$

$$y = 1,2 + 4,8t$$

حل مثال 1:

$A(0, 5)$ $B(10, 22)$

$$\begin{cases} 5 = a + b(0) \\ 22 = a + b(10) \end{cases}$$

$a = 5$

$b = 1,7$

$$y = 5 + 1,7t$$ lp

ج- طريقة أنصاف المتوسطات: في هذه الطريقة نستخدم نفس فكرة الطريقة السابقة لكن في هذه الطريقة نقسم السلسلة إلى سلسلتين جزئيتين ونقوم بحساب الوسط الحسابي لكل سلسلة جزئية ثم نفرض أن هاتين النقطتين تنتميان إلى مستقيم الانحدار (خط الانحدار).

ملاحظة: ليس بالضرورة تقسيم السلسلة إلى سلسلتين جزئيتين متساويتين، فإذا كان عدد المشاهدات فردي فإنه بالضرورة سيكون هناك اختلاف في مشاهدات السلسلتين الجزئيتين.

حل مثال 1:

$\bar{t}_1 = 2,5$

$\bar{y}_1 = 8,66$

$\bar{t}_2 =$

$\bar{y}_2 =$

3- طريقة المربعات الصغرى: يمكن حساب مركبة الاتجاه العام بطريقة المربعات الصغرى بإيجاد معادلة الانحدار إما عن طريق القانون المختصر لطريقة المربعات الصغرى

$$\begin{cases} b = \dfrac{\sum (y.t)}{\sum t^2} \Big/ y = y - \bar{y} \\ a = \bar{y} - b\bar{t} \end{cases} \quad t = t - \bar{t}$$

أو عن طريق القانون العام:

$$b = \frac{n\sum y.t - \sum y \sum t}{n\sum t^2 - (\sum t)^2}$$

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

$$b = \frac{\sum ty - n\bar{t}\bar{y}}{\sum t^2 - n\bar{t}^2} \quad , \quad b = \frac{\frac{\sum ty}{n} - \bar{t}\bar{y}}{\bar{t}^2 - \bar{t}^2}$$

4- طريقة المتوسطات المتحركة.

مثال: لتكن لدينا مشاهدات لعدد سياح الذين يقومون بزيارة المتحف سنويا لبلد ما وفقا للجدول التالي

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

المطلوب: حساب المتوسطات المتحركة في حال $P = 4$ و $P = 3$

تعريفها: ط م م هي عبارة عن طريقة نقوم من خلالها بحساب مركبة الاتجاه العام وفي هذه الطريقة لا نعتمد على معادلة الاتجاه العام كما هو الحال في الطرق السابقة بل نعطينا قيما لسلسلة زمنية جديدة ممهدة تمكننا من رسم بيان يوضح لنا طبيعة الاتجاه العام والسلسلة الأصلية بعد أن نكون قد تخلصنا من التقلبات التي تشوه رؤية المنحنى البياني.

لا يتم حساب المتوسط المتحرك بصورة مباشرة على كل المشاهدات ولكن يتم ذلك على مجموعة جزئية تتكون من عدد من القيم قدرها P وبالتالي نكون بصدد الكلام عن متوسط متحرك من الدرجة P نرمز له بالرمز $MM_{P,t}$ حيث أن t يعبر عن الزمن الذي تم حساب المتوسط المتحرك عنده ويعبر العدد الصحيح P على دورية السلسلة الزمنية، إذا كان P فرديا فإننا ننسب قيمة المتوسط المتحرك إلى الزمن t الذي يقع في وسط تواريخ، أزمنة المشاهدات التي حسب على أساسها المتوسط المتحرك وهناك طريقتين للحساب، الطريقة الجدولية، الطريقة المباشرة.

$$MM_{P,t} = \frac{1}{\underbrace{2m+1}_{P}} \sum_{i=-m}^{m} y_{t+i}$$ في الطريقة المباشرة نطبق القانون:

$$\therefore m = \frac{P-1}{2}$$

$P = 5 \quad , m = 2$

$$\frac{1}{5} \sum_{i}^{2} = -2\, y_{t+i}$$

$$(y_{t-2} + y_{t-1} + y_t + y_{t+1} + y_{t+2})$$

إذا كان P زوجيا فإننا نحسب قيمة المتوسط المتحرك إلى السطر الذي يقع وسط تواريخ المشاهدات التي حسب على أساسها المتوسط المتحرك، وبما أن P عدد زوجي نقوم بحساب متوسط متحرك من الدرجة الثانية ($MMC_{P,t}$) بين المتوسطات المتحركة الأولى ذات الدرجة P ويطلق على هذا المتوسط الجديد مصطلح المتوسط المتحرك المركزي.

الطريقة المباشرة نطبق القانون:

$$MMC_{P,t} = \frac{1}{2m} \left[\frac{1}{2} x_{t-m} + \sum_{i=-m+1}^{m-1} y_{t+1} + \frac{1}{2} y_{t+m} \right]$$

حل المثال:

$P = 3$

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	الفترات
181	163	164	162	172	162	156	153	171	163	158	155	المشاهدات
-	169,3	183	166	165,3	163,3	157	160	162,3	164	158,6	-	$MM_{3,t}$

$$MM_{3,7} = \frac{1}{2m+1} \sum_{i=-m}^{m} y_{t+i}$$

$$= \frac{1}{3} \sum_{i=-1}^{1} y_{7+i}$$

$$= \frac{1}{3} (y_6 + y_7 + y_8)$$

$$= \frac{156 + 162 + 172}{3} = 163,3$$

P=4

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	العشرات
181	163	164	162	172	162	156	153	171	163	158	155	المشاهدات y_i
—	—	167,5	165,25	165	163	160,75	160,5	160,75	161,25	161,75	—	$MM_{4,t}$
—	—	160,37	165,125	164	161,87	160,625	160,625	161	161,5	—	—	$MMC_{4,t}$

$$MMC_{4,5} = \frac{1}{2m}\left(\frac{1}{2}y_{t-m} + \sum_{i=-m+1}^{m-1} y_{t+i} + \frac{1}{2}y_{t+m}\right)$$

$$= \frac{1}{4}\left(\frac{1}{2}y_3 + (y_4 + y_5 + y_6) + \frac{1}{2}y_7\right)$$

2. تقدير المركبة الموسمية:

مخطط التخلص من المركبة الموسمية: طريقة

م ط التخلص من S

نموذج جدائي

حساب مركبة الاتجاه العام T

$y_i = ST/T$

حساب مؤشر S_i

$\sum S_i = P$

$\sum S_i \neq P$

$\bar{S} = \frac{\sum S_i}{P}$

$S_i^* = \frac{S_i}{\bar{S}}$

$CVS = ST/S_i^*$

$\sum S_i = P$

$CVS = ST/S_i$

نموذج جمعي

حساب مركبة الاتجاه العام T

$y_i = ST - T$

حساب المؤشر الموسمي S_i

$\sum S_i = 0$

$\sum S_i = 0$

$CVS = ST - S$

$\sum S_i \neq 0$

$\bar{S} = \frac{\sum S_i}{P}$

$S_i^* = S_i - \bar{S}$

$CVS = ST - S_i^*$

-	-	-2,375	3,125	8	0,125	4,625	-7,625	+10	+1,5	-	-	y_i-MAC

$$S_1 = \frac{(y_i-MAC)_1 + (y_i-MAC)_5 + (y_i-MAC)_9}{3} = -3,58$$

$$S_2 = \frac{(y_i-MAC)_2 + (y_i-MAC)_6 + (y_i-MAC)_{10}}{3} = -2,33$$

$$S_3 = \text{_____} = 0,54$$

$$S_4 = \text{_____} = 6$$

$$\overline{S_i} = \frac{\Sigma S_i}{4} \qquad S_i^* = \frac{S_i}{\overline{S_i}}$$

$= 0,158$

$S_1^* = -22,66$ $\quad S_2^* = -14,74$

$S_3^* = 3,417$ $\quad S_4^* = 37,97$

							-2,33	-3,58	6	0,54	-2,33	-3,58	S_i
													S_i^*
													CVS y-s

مثال : بطريقة المتوسط المتحرك. $p=3$

	4			3			2			1			
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	t
30	54	20	9	20	69	19	11	50	64	11	6	y_i
-	34,67	27,67	16,33	32,67	36	33	26,67	41,67	41	27	-	MM
-	1,56	0,72	0,55	0,61	1,92	0,58	0,41	1,20	1,54	0,41	-	y_i/MM
0,67	0,75	0,96	0,67	0,75	0,96	0,67	0,75	0,96	0,67	0,75	0,96	S_i

$\Sigma S_i = 2,38 \neq$ B.P

$S_1 =$ _____ / 4

$$\overline{S} = \frac{\Sigma S_i}{p} = \frac{2,38}{3} = 0,79$$

$$S_1^* = \frac{S_1}{\overline{S}} = 1,22 \qquad S_2^* = \frac{S_2}{\overline{S}} = 0,94 \qquad S_3^* = \frac{S_3}{\overline{S}} = 0,84$$

0,84	0,94	1,22	0,84	0,94	1,22	0,84	0,94	1,22	0,84	0,94	1,22	S_i^*

طريقة المربعات الصغرى

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	t
12	15	17	9	8	13	12	7	15	10	14	18	y_i
144	165	170	81	64	91	72	35	60	30	28	18	y_t
144	121	100	81	64	49	36	25	16	9	4	1	t^2
11,64	11,16	12,08	12,2	12,33	12,44	12,56	12,68	12,8	12,92	13,04	13,16	$\hat{y}_t$
1,01	1,25	1,41	0,74	0,65	1,05	0,36	0,55	1,17	0,77	1,07	1,37	$y_i/\hat{y}_t$
0,87	0,88	1,25	0,87	0,88	1,25	0,87	0,88	1,25	0,82	0,82	1,25	S_i

$\Sigma t = 78$

$\Sigma y_i = 150$

$\Sigma y_t = 958$

$\Sigma t^2 = 650$

$$\begin{cases} b = \dfrac{\frac{\Sigma yt}{n} - \bar{y}\bar{t}}{\bar{t^2} - \bar{t}^2} = \dfrac{\frac{958}{12} - 6,5 \times 12,5}{54,17 - 42,25} = -0,12 \\ a = \bar{y} - b\bar{t} = 12,5 - (-0,12)(6,5) = 13,28 \end{cases}$$

$$\boxed{y = 13,28 - 0,12t}$$

3- تقدير المركبة العشوائية (الظرفية)

تشكل التغيرات غير المنتظمة أو العشوائية أحد المكونات الأربعة الأساسية للسلسلة الزمنية، وتتمثل في حركات التي تظهر في شكل غير منتظم وتبدو خلال فترات قصيرة، التغيرات العشوائية لا تتبع نموذجا معينا ولا يمكن التنبؤ بها، في الممارسة العملية يتم تصنيف جميع مكونات السلسلة التي لا يمكن إعزاؤها إلى تأثير التقلبات الدورية أو التغيرات الموسمية أو تلك الخاصة بالاتجاه العام على أنها تغيرات عشوائية، يمكن تصنيف التغيرات العشوائية ضمن فئتين:

الفئة الأولى: الصنف الأول هو الأكثر شيوعا إلى مجموعة من الأسباب نذكر منها: أخطاء القياس التي تحدث تغيرات طفيفة، أما الصنف الثاني فيكون بسبب أحداث عرضية معزولة ولكنها ذات حجم كبير مثل الاضرابات، قرارات إدارية، انتعاش مالي أو أزمة مالية، كوارث طبيعية.

حساب التغيرات العشوائية :

عندما يتم تحديد الاتجاه العام والتغيرات الموسمية والتقلبات الدورية يصبح من الممكن حساب قيم التغيرات العشوائية باستخدام المعادلات التالية :

حالة النموذج الضربي :

$$y_i = T \times C \times S \times I \quad , \quad I = \frac{y_i}{C.S.T}$$

لما تكون المركبة الدورية CT و العدى العنصر فإنها تكون مدمجة مع مركبة الاتجاه العام وعليه فإن العلاقة أعلاه تصبح من الشكل

$$I_t = \frac{y_i}{T_t \times S_t}$$

حالة النموذج الجمعي :

$$y_t = T_t + C_t + S_t + I_t \quad , \quad I_t = y_t - T_t - C_t - S_t$$

$$I_t = y_t - T_t - S_t$$

مثال : ليكن لدينا المعطيات التالية حول زوار مقام الشهيد في الجزائر خلال الفترة الممتدة من 2008 إلى 2018 .

المطلوب : أحسب التغيرات العشوائية بالنسبة لهذه المعطيات

السنوات	t	y_i	T	S	I
	1	430	579,952	0,708	1,047
	2	600	592,857	1,002	1,010
	3	820	605,762	1,368	1,990
	4	550	618,667	0,922	0,964
	5	450	631,572	0,708	1,008
	6	650	644,477	1,002	1,007
	7	920	651,382	1,368	1,023
	8	630	670,287	0,922	1,019
	9	480	683,192	0,708	0,992
	10	690	696,097	1,002	0,989
	11	970	709,002	1,368	1,000
	12	630	721,907	0,922	0,947
	13	520	734,812	0,708	1,000
	14	750	747,717	1,002	1,001
	15	1050	760,622	1,368	1,009
	16	730	773,527	0,922	0,952
	17	530	786,432	0,708	0,952
	18	790	799,337	1,002	0,
	19	1100	812,242	1,368	0,990
	20	780	825,147	0,922	1,025
	21	580	838,052	0,708	0,978
	22	850	850,957	1,002	0,997
	23	1180	863,862	1,368	0,999
	24	850	876,767	0,922	1,051