1. ماهية السلاسل الزمنية

تنحصر البيانات في الأدبيات الاقتصادية لثلاث أنواع مختلفة تتمثل في:

- البيانات التجريبية: تعتمد الأسلوب التجريبي و مبدأ العشوائية من خلال تجريب التأثير لمعنوي لمتغير أو عدد من العوامل والمتغيرات على الظاهرة او المتغير محل الدراسة.
- البيانات المسحية: يت الحصول على هذه البيانات من خلال الحصر و المسح للوضع القائم للظوار محل الدراسة دون محاولة التحكم في المتغيرات والعوامل المؤثرة بها.
- البيانات الزمنية: يتم الحصول عليها من خلال رصد البيانات أو القيم المبرة عن المتغير والظاهرة موضع الدراسة خلال فترات زمنية متتالية لاكتشاف التطور التاريخي لظاهرة وتفسيرها والتنبؤ بسلوكها المستقبلي، و يطلق هذا النوع من البيانات بـ"السلاسل الزمنية".

و بالتالي إن الاختلاف في هذه البيانات يكمن في :

- الزمن: تدرس السلاسل الزمنية على فترات زمنية طويلة، بينما تدرس الأخرى على فترات زمنية قصيرة لا تؤثر بشكل معنوي على الظاهرة.
- المتغيرات الأخرى: تدرس السلاسل الزمنية بمعزل عن المتغيرات الأخرى بخلاف الزمن و لتي قد تؤثر على سلوكها على على خلاف نظيرتها من البيانات.

تعريف السلاسل الزمنية:

تتمثل في مجموع المشاهدات و البيانات والقيم التي تأخذ على ظاهرة معينة سواء كانت اقتصادية أو اجتماعية أو طبيعية.... خلال فترات زمنية متتالية و متباعدة عادة و على مدى طولي متساوي، و هي مجموعة القياسات المسجلة لمتغير ما مرتبة بفاعل الزمن وفق حدوثها .

ومنه لابد من تتوفر شروط و ميزات لامكانية تحليل سلسلة زمنية:

- الزمن t عبارة عن فترات زمية متساوية ومتتابعة لا تقل عن 6 فترات.
- جميع المشاهدات تعبر عن ظاهرة معينة أو متغير معين يخص جهة معينة.
- قيم الظاهرة معلومة ومحسوبة فعلا
- وحدة القياس موحدة لجميع قيم الظاهرة

يتم عرض السلسلة الزمنية غالبا في جدول أو خط أو منحنى بياني يعرف بالخط التاريخي أو المنحنى الزمني.

أنواع السلاسل الزمنية

تختلف السلالسل الزمنية حسب المدى وزمن أخذ القيم، بحيث يمكن التمييز بين نوعين من السلاسل متصلة ومتقطعة.

السلاسل المتصلة: تمكننا دراسة هذا النوع من السلاسل الزمنية من أخذ قياسات أو قراءات عند كل لحظة زمنية معينة مثل قياسات الطقس و تردد القلب والدماغ.

السلاسل المتقطعة: وتتكون هذه الأخيرة من مشاهدات وقراءات عند فترات زمنية معينة مسبقا متتالية ومتساوية الطول، مثل الدخل القومي السنوي حيث تعتمد على طابع تراكمي.

الهدف من دراسة السلاسل الزمنية

يسهل دراسة السلاسل الزمنية وتحليلها ثلاث أهداف أساسية:

- وصف الظاهرة: حيث يتم خلال دراسة السلاسل الزمنية متابعة تطور الظاهرة ملاحظة سلوكها.
- تفسير الظاهرة: يمكن تفسير وتوضيح وشرح التغيرات التي تقع على الظاهرة و المتغير محل الدراسة، و الرقابة والتحكم في الظاهرة و مجاولة تعديل مسارها.
- التنبؤ بسلوك الظاهرة مستقبلا: يعد أهم الأهداف في تحليل السلاسل الزمنية حيث يتم التطلع على مستقبل و مجرى و سلوك الظاهرة نسبة لما سبق حدوثه فارطا و بالتالي أيضا محاولة تعديل المسار في حال الانحراف عما يجب ان تكون عليه الظاهرة أو ضمان استمراريتها على ماهي عليه في حال تقصي وضع مخطط له.

مركبات السلاسل الزمنية وطرق تقديرها:

تتأثر السلسلة الزمنية بتغيرات تسمى بمركبات أو عناصر السلسلة الزمنية و التي تنحصر في أربع مركبات منها المنتظمة و الغير منتظمة.

التغيرات المنتظمة: تمثل التغيرات والتي تقع بصفة عادية ومتكررة في السلسلة ومتوقع حدوثها ويكن حصرها في:" الاتجاه العام، التغيرات الموسمية، التغيرات الدورية".

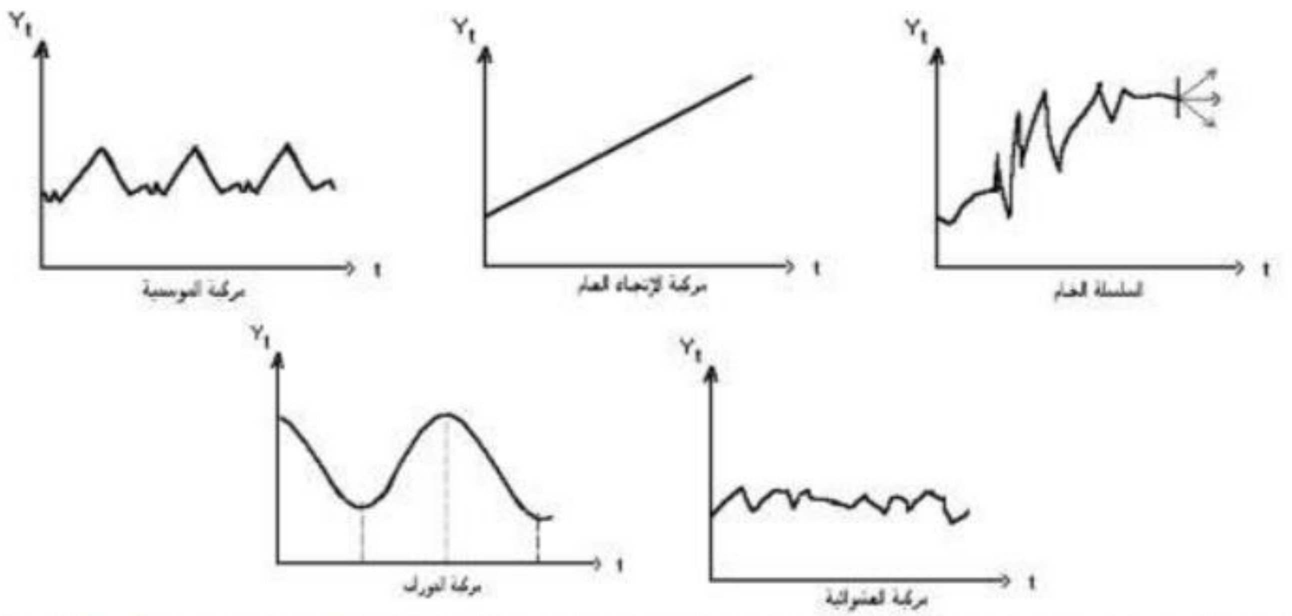
التغيرات الغير منتظمة: تتمثل في التغيرات الغير متوقع حدوثها و التي تقع فجأة لأسباب طارئة مثل الحروب والكوارق الطبيعية وتثمل السلسلة العشوائية.

الاتجاه العام Trend: ويرمز لها بـ (T) الحركة المنتظمة لسلسلة الزمنية تصاعديا أو تنازليا خلال فترة طويلة المدى. و تأخذ الشكل الموالي:

التغيرات الموسمية Seasonal component : و يرمز لها بـ (S) تغيرات تحدث بشكل دوري و متكرر بانظام خلال فترات زمنية مختلفة وتقل عادة عن سنة قد تكون اسبوعية شهرية فصلية أو نصف سنوية مثل التغيرات الوسمية وأثرها على مبيعات الملابس.

التغيرات الدورية Cyclical component : تغيرات تحدث بشكل دوري ومتكرر بانظام خلال فترات زمنية طويلة المدى تزيد عن السنة عادة مثل الدورات الاقتصادية.

التغيرات العشوائية irregular component : تغيرات قصيرة الأجل تقع بشكل غير منتظم ومفاجئ لظروف طارئة غير متوقع حدوثها مسبقا.



الكشف عن مركبات السلسلة الزمنية

اختبارات الكشف عن مركبة الاتجاه العام:

تخضع السلسلة الزمنية لنوعين من الاختبارات للكشف عن مركبة الاتجاه العام، والمتمثلة الاختبارات الحرة والتي لا تخضع للتوزيع الاحتمالي للأخطاء ε_t و لا تحتاج لفرضيات و تعتبر طريقة المربعات الصغرى من بين هذه الاختبارات.

اختبار توالي الاشارات: run test

H_0: السلسلة عشوائية

H_1:السلسلة ذات اتجاه عام

خطوات الحل

1- ترتيب المشاهدات تصاعديا.

2- حساب الوسيط $_d$ ويمثل المشاهدات المقابلة للرتبة حيث:

عدد المشاهدات فردي: m=$\frac{n+1}{2}$ ومنه $_m$ $M_d =$

عدد المشاهدات زوجي : m=n/2 ومنه $M_d = \frac{Y_m+Y_{m+1}}{2}$

3- اعطاء اشارة سالبة للقيم الأقل من M_d و موجبة للأكبر

4- تحديد R عدد مرات توالي الاشارة السالبة و الموجبة.

اتخاذ القرار على أساس:

<table>
<tr><th>R<20</th><th>R ≥ 20</th></tr>
<tr><td>نعتمد امكانية الحصر من عدمها جدول القيم الجدولية أدناه:
<table>
<tr><th>R_u</th><th>R_l</th><th>R</th><th>R_u</th><th>R_l</th><th>R</th></tr>
<tr><td>19</td><td>8</td><td>13</td><td>10</td><td>2</td><td>5</td></tr>
<tr><td>20</td><td>9</td><td>14</td><td>11</td><td>3</td><td>6</td></tr>
<tr><td>22</td><td>10</td><td>15</td><td>13</td><td>3</td><td>7</td></tr>
</table>
</td><td>نعتمد الطريقة الحسابية $|z|$ و مقارنتها مع z_t الجدولية
$$|z| = \frac{R - U_R}{\delta_R}$$
$$U_R = m + 1$$
$$\delta_R = \sqrt{\frac{m(m+1)}{2m-1}}$$
حيث ان قيم z_t</td></tr>
</table>

23	11	16	14	4	8
25	11	17	15	5	9
26	12	18	16	6	10
27	13	19	17	7	11
28	14	20	17	7	12

فإذا كانت:

$R_l < R < R_u$: نقبل الفرضية العدمية (السلسلة عشوائية)

$R < R_U$: نقبل الفرضية البديلة (السلسلة ذات اتجاه عام)

$$\alpha = 10\% \rightarrow z_{0.4495} = 1.46$$
$$\alpha = 5\% \rightarrow z_{0.4750} = 1.96$$
$$\alpha = 1\% \rightarrow z_{0.4949} = 2.57$$

فإذا كانت:

$|z| < z_t$: نقبل الفرضية العدمية (السلسلة عشوائية)

$|z| > z_t$: نقبل الفرضية البديلة (السلسلة ذات اتجاه عام)

مثال:

اختبار نقطة الانعطاف: turning point

لا يهتم هذا الاختبار بإشارة السلسلة الأصلية بل يهتم بإشارة الفرق الأول $Y_t - Y_{t-1}$، ويطبق هذا الأخيرة على سلسلة ذات عدد مشاهدات أكبر من 10.

خطوات الحل:

1- حساب الفرق الأول لسلسلة.

2- اعطاء اشارة موجبة للفرق الموجب والعكس.

3- تعيين U والتي تمثل عدد مرات تغير الاشارة بالفروق الأولى.

4- حساب $|z_{cal}|$ و مقارنتها مع z_{tab} الجدولية واتخاذ القرار

فإذا كانت:

$|z| < z_t$: نقبل الفرضية العدمية (السلسلة عشوائية)

$|z| > z_t$: نقبل الفرضية البديلة (السلسلة ذات اتجاه عام)

حيث ان قيم z_{tab}

$$= 10\% \rightarrow z_{0.4495} = 1.46$$

$$|z_{cal}| = \frac{R - U_n}{\sigma_n}$$

$$U_R = \frac{2(n-2)}{3}$$

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{16n - 29}{90}}$$

$\alpha = 5\% \rightarrow z_{0.4750} = 1.96$ $\alpha = 1\% \rightarrow z_{0.4949} = 2.57$	

مثال:

اختبار الاشارات:

يقوم هذا الاختبار على اساس القيمة الموجبة و الصفرية بالفروق اللأولى على سلسلة ذات عدد مشاهدات أكبر من أو تساوي 20 وفق الخطوات التالية:

وفقا للخطوات التالية:

1- تحيد الفروق الأولى و ارفاقها بالاشارات لما دقن الصفرية

2- تحديد (v) عدد الفروق ذات الاشارة الموجبة ، و (w) عدد الفروق الغير صفرية

3- حساب $|z|_{ca}$ ومقارنتها مع z_{tab} واتخاذ القرار

فإذا كانت: $|z| < z_t$: نقبل الفرضية العدمية (السلسلة عشوائية) $| \quad | > z_t$: نقبل الفرضية البديلة (السلسلة ذات اتجاه عام) حيث ان قيم z_{tab} $\alpha = 10\% \rightarrow z_{0.4495} = 1.46$ $\alpha = 5\% \rightarrow z_{0.4750} = 1.96$ $\alpha = 1\% \rightarrow z_{0.4949} = 2.57$	$\frac{v - u_v}{\delta_v}$ **حيث أن:** $u_v = \frac{w}{2}$ و $\delta_v = \sqrt{\frac{w}{4}}$

اختبار دانيال: Daniel Test

يقيس هذا الاختبار الارتباط الخطي بين بين الترتيب التصاعدي R_t و الزمنيt

فإذا كانت$n \geq 30$: $|z| < z_t$: نقبل الفرضية العدمية (السلسلة عشوائية) $|z| > z_t$: نقبل الفرضية البديلة (السلسلة ذات اتجاه عام) أما اذا كانت $n < 30$: $|r_s| < r_{\frac{a}{2}}$: نقبل الفرضية العدمية (السلسلة عشوائية)	$r_s = 1 - \frac{6\sum_{t=1}^{n} d_t^2}{n(n^2-1)}$ $Z = \frac{r_s - u_r}{\sigma_r}$ $u_r = 0$

$\lvert r_s \rvert > r_{\frac{a}{2}}$: نقبل الفرضية البديلة (السلسلة ذات اتجاه عام)	$\boldsymbol{\sigma_r = \frac{1}{\sqrt{n-1}}}$

اختبار kruskal-wallis: يقوم هذا الاختبار على فرضيتين:

H0: السلسلة ليست ذات مركبة موسمية

H1: السلسلة ذات مركبة موسمية

1- حساب احصائية KW

$$\boldsymbol{KW = \frac{12}{n(n+1)}\sum_{i=1}^{p}\frac{R_i^2}{m_i} - 3(n+1) \rightarrow x_{p-1}^2}$$

حيث أن:

R_i: تمثل مجموع رتب المشاهدات المقابلة للفصل i

m_i: تمثل عدد القيم أو المشاهدات المقابلة للفصل i

P : الدورية و التي تمثل 12 في الشهرية و 4 في الفصلية ...

1- ازالة مركبة الاتجاه العام من السلسلة.

2- تحديد ما اذا كانت مركبة السلسلة موسمية أو غير موسمية من خلال الرتب R_i ثم تعديلها.

3- تحديد القيمة الجدولية لاحصائية كاي مربع x^2 عند معنوية α و درجة حرية p=1

4- مقارنة القيمة المحسوبة KW مع القيمة الجدولية كاي- مربع، فاذا كان: KW> $x_{(\alpha.p=1)}$ نرفض الفرضية الصفرية و نقبل الفرضية البديلة القائلة أن السلسلة تحتوي المركبة الموسمية.

المطلوب: اكشف مركبة الاتجاه العام من خلال اختبار KW.

ثانيا: الكشف عن الموسمية

تحليل التباين ; : Analyse of variance

يعتد اجراء هذا الاختبار على انشاء جدول Buys-Billot والذي يتوفر على البيانات المحققة خلال عدة سنوات، المتوسط و الانحراف المعياري الخاص لكل سنة ولكل فصل أو شهر ثم المتوسط الاجمالي و الانحراف المعياري.

يقوم هذا الاختبار على الفرضيات التالية:

على فرض أن:

H0 : السلسلة ليست ذات مركبة موسمية

H1: السلسلة ذات مركبة موسمية

حيث نعتمد جدول تحليل التباين يتم حساب معلمة فيشر ، حيث:

$$= \frac{}{}$$

n: عدد المشاهدات

P يساوي 4 في البيانات الفصلية 12 في البيانات الشهرية

وعلى فرض أن السلسلةتكتب من الشكل الموالي:

$$x_i = m_{ij} + e_{ij}$$

حيث:

i =1,2,3 ,.....n

j = 1,2,3,....p

m_{ij}=أثر الدورة+أثر السنة

التباين الكلي (مجموع المربعات الكلية) يأخذ الصيغة التالية:

$$S_T = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{p}(x_i - \bar{\bar{x}})^2$$

المتوسط العام:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{n * p} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{p} x_y$$

$$\bar{x}_{i*} = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^{p} x_y$$

$$\bar{x}_{j*} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_y$$

$$\boldsymbol{S_t = S_A + S_B + S_R}$$

$$\boldsymbol{S_T = p \sum_{i=1}^{n} (\bar{x}_{i*} - \bar{\bar{x}})^2 + n \sum_{j=1}^{p} (\bar{x}_{*j} - \bar{\bar{x}})^2} + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{p} (x_{ij} - \bar{x}_{i*} - \bar{x}_{*j} + \bar{\bar{x}})^2$$

	التباين	درجة الحرية	مجموع المربعات
الفترة	$V_B = \frac{S_B}{p-1}$	*P–1*	الدور S_B
السنة	$V_A = \frac{S_A}{n-1}$	*n–1*	السنةS_A
البواقي	$V_R = \frac{S_R}{(n-1)*(p-1)}$	*(n–1) * (p–1)*	البواقيS_R
المجموع	$V_T = \frac{S_t}{n*p-1}$	*(n*p)–1*	التباينS_T

مثال: اليك المعطيات التالية الخاصة بالمبيعات الفصلية خلال الفترة 2022/2018

	2018	2019	2020	2021	2022
1	17	5	2	18	6
2	10	8	50	9	22
3	34	62	28	40	33
4	16	36	14	7	15

المطلوب : اختبر اي مركبة تحتويها السلسلة وفق الاختبارات السابق التطرق لها