

تحليل السلاسل الزمنية

حل السلسلة 02

- السلسلة الزمنية العشوائية.
- نموذج السلسلة الزمنية.
- نموذج الاتجاه العام.
- المركبة الموسمية.
- مؤشرات المركبة الموسمية.
- السلسلة المصححة..
- التنبؤ.

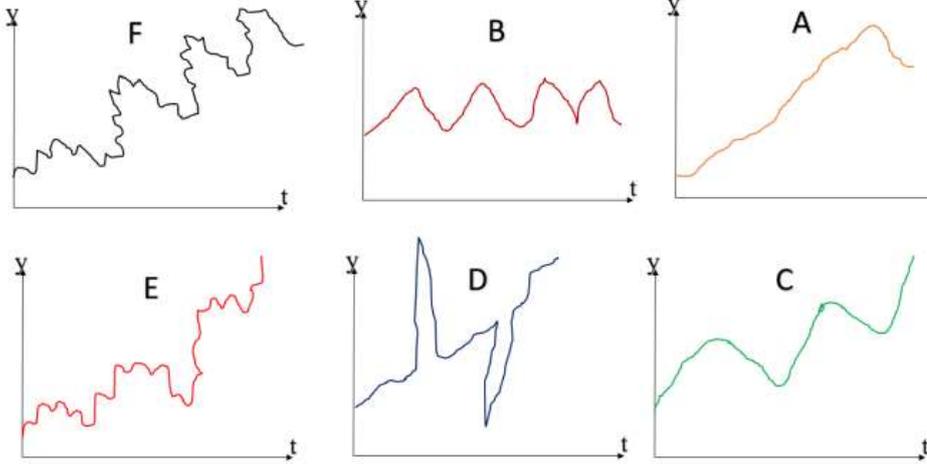
For more information:

ZOHIR.AMMARI@UNIV-MSILA.DZ

التمرين 01

أجب عن الأسئلة التالية:

- ما المقصود بالسلسلة الزمنية العشوائية؟ وضح ذلك بمثال عملي.
- أذكر نوع المركبة للسلسلة الزمنية بكل الرسوم البيانية التالية:



التمرين (02)

ليكن لديك سلسلة زمنية تمثل عدد الزوار (السواح) في فندق القلعة بالمسيلة الفترة (2023/2018) كما يلي:

2023	2022	2021	2020	2019	2018	
580	530	520	480	450	430	الثلاثي 1
850	790	750	690	650	600	الثلاثي 2
1180	1100	1050	970	920	820	الثلاثي 3
850	780	730	630	630	550	الثلاثي 4

1. حدد نوع النموذج (جذائي/ جمعي) من خلال طريقة الشريط؟
2. اكتشف مركبة الاتجاه العام وحدده ببيانيا وفق طريقتي المربعات الصغرى والمتورطات المتحركة؟
3. اختبر مركبة الاتجاه العام باستخدام اختبار دانيال (Daniel' test)؟
4. اختبر المركبة الموسمية ثم أوجد تقديرات مناسبة للمؤشرات الموسمية وفسر معنى كل تقدير؟
5. استبعد أثر الموسم من البيانات وارسم البيانات المعدلة CVS؟
6. هل السلسلة الزمنية تحتوي على مركبة عشوائية؟
7. اقترح نموذجا مناسباً للتنبؤ؟
8. أوجد تنبؤ بنقطة عدد السواح في الفندق عام 2024 (الثلاثي 1.2.3.4)؟

حل السلسلة

التمرين الأول

• ما المقصود بالسلسلة الزمنية العشوائية؟ وضح ذلك بمثال عملي.

الجواب:

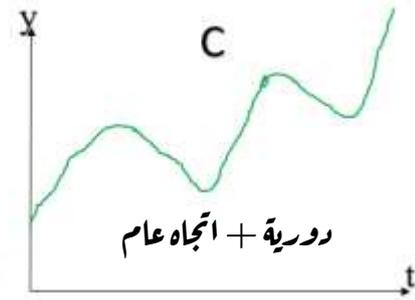
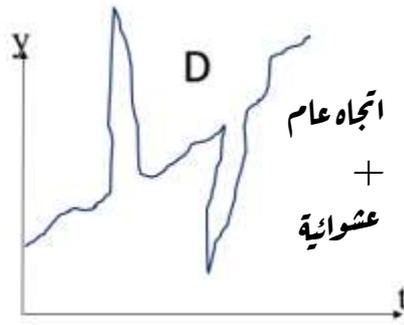
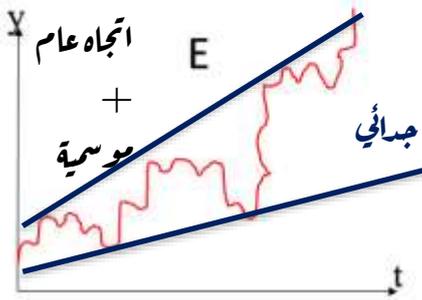
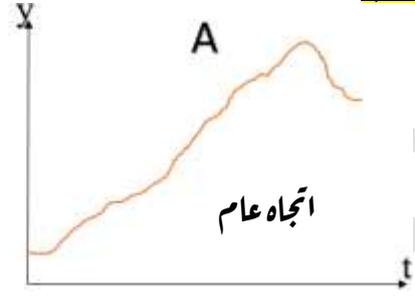
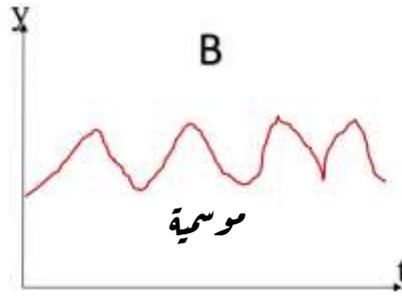
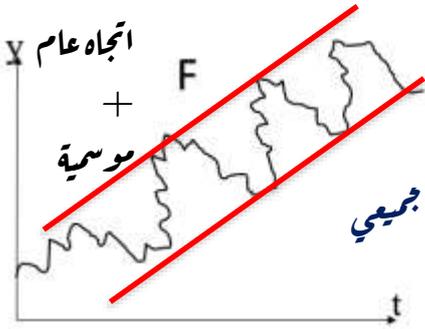
تعد أساليب وطرق التنبؤ السابق ذكرها (النماذج المحددة ونماذج Ad hoc) في المحاضرتين السابقتين من قبيل الأساليب البسيطة والتقليدية. ولا يرقى أي منها لأن يكون منهجية إحصائية منظمة لتحليل السلاسل الزمنية. أما نماذج السلاسل الزمنية العشوائية فتقدم طرقاً أكثر تعقيداً للتنبؤ تتيح إمكانية استحداث منهجية إحصائية منظمة لتحليل السلاسل الزمنية. ويفترض النموذج العشوائي دائماً وجود عملية عشوائية نظرية (Stochastic Process) قادرة على توليد السلسلة الزمنية الناحية التي بيننا. بحيث يجب النظر إلى القيمة المشاهدة للسلسلة خلال فترة زمنية معينة كقيمة عشوائية، أي أنه إذا أمكننا الحصول على قيمة جديدة في السلسلة تحت نفس الظروف، فإننا لن نحصل على نفس القيمة الموجودة لدينا، بمعنى أننا نكون أمام مجموعات عديدة من السلاسل الزمنية على نفس الفترة الزمنية كل مجموعة مختلفة عن الأخرى ولكن المجموعات كلها تتبع نفس القواعد والقوانين الاحتمالية شأنها في ذلك شأن المجتمع والعينة في علم الإحصاء حيث يمكن سحب العيّن من العيّنات المختلفة من نفس المجتمع ولكن هذه العيّنات تخضع لنفس القواعد والقوانين الاحتمالية للمجتمع.

مثال عملي:

لو طلب منك اخذ ورقة وقلم وكتابة اسمك 100 مرة في نفس الورقة وفي وقت واحد، وتم تطابق هذه مئة الاسم على بعضها، فمن المنطقي فلن تجد تطابقاً تاماً بين مئة الاسم التي كتبتها في نفس الورقة ونفس القلم ونفس اليد في نفس الظروف، ستجدها مختلفة نوعاً ما، العملية العشوائية تعمل تماماً مثل عملية اليد في كتابة اسمك مئة مرة، نظرياً العملية العشوائية يمكن أن تولد عدد لا نهائياً من السلاسل الزمنية، لكن عملياً لا نجد إلا سلسلة واحدة نتعامل معها، وبما أن كل السلاسل النظرية تتبع نفس القواعد والقوانين الاحتمالية مثل المجتمع والعينة تماماً، فيمكن استخدام السلسلة الزمنية المتحصل عليها عملياً وواقعياً لتمثيل كل السلاسل الزمنية التي يمكن أن تولد في نفس العملية العشوائية، ومن هنا يمكننا استخدام الإحصاء الاستدلالي ونظرية التقدير للحصول على إحصاءات السلسلة الزمنية الواقعية التي تمثل جميع السلاسل الزمنية النظرية.

• أذكر نوع المركبة للسلسلة الزمنية بكل الرسوم البيانية التالية:

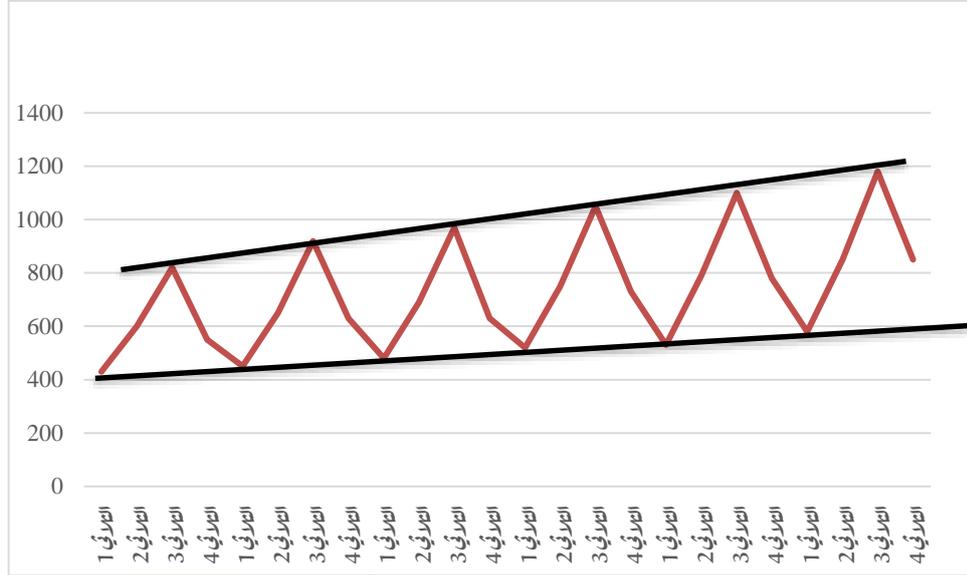
الجواب



أ. د. عماد زهير

التمرين الثاني

1. تحديد نوع النموذج (جدائي/ جمعي) من خلال طريقة الشرط



من خلال البيان أعلاه والرؤية المجردة يضح أن **المستقيمين منفرجين** وبالتالي النموذج من

النوع الجدائي

كذلك يضح من خلال الرؤية المجردة للبيان ان السلسلة لها **مركبتين** هما: **الاتجاه العام** و**الموسمية**

حيث نلاحظ أن خلال كل سنة يتكرر نفس الشكل وهو **الثلاث** وهذا يدل على وجود **موسمية** في السلسلة، كما ان السلسلة خلال الفترة **مرتفعة** نحو الأعلى مما يدل على وجود علاقة **طردية موجبة** أي وجود **مركبة اتجاه عام**.

2. اكتشاف مركبة الاتجاه العام وتحديد وفوق طريقة المربعات الصغرى والمتوططات المتحركة

بيانياً.

أولاً) اكتشاف مركبة الاتجاه العام وفوق طريقة المربعات الصغرى

لاكتشاف مركبة الاتجاه العام نمر بمرحلتين:

المرحلة الأولى: مرحلة التقدير نقدر المعادلة الخطية التالية: $\hat{y}_t = \hat{a} + \hat{b}t$

حيث نقدر المعامتين a و b وفوق العلاقة التالية:

$$\hat{b} = \frac{\sum(\hat{y}_i - \bar{y})(t - \bar{t})}{\sum(t - \bar{t})^2}$$

حل سلسلة رقم 02 مقياس تحليل السلاسل الزمنية سنة أولى نقدي وبنكي 2023

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

ولتقدير المعامتين نستعين بالجدول التالي:

السنة	الثلاثي	y (سواح)	t (زمن)	$\hat{y}_i - \bar{y}$	$t - \bar{t}$	$(\hat{y}_i - \bar{y})(t - \bar{t})$	$(t - \bar{t})^2$	\bar{y} (مقدرة)
2018	الثلاثي 1	430	1	-300,4	-11,5	3454,6	132,25	559,57
	الثلاثي 2	600	2	-130,4	-10,5	1369,2	110,25	574,42
	الثلاثي 3	820	3	89,6	-9,5	-851,2	90,25	589,28
	الثلاثي 4	550	4	-180,4	-8,5	1533,4	72,25	604,14
2019	الثلاثي 1	450	5	-280,4	-7,5	2103	56,25	618,99
	الثلاثي 2	650	6	-80,4	-6,5	522,6	42,25	633,85
	الثلاثي 3	920	7	189,6	-5,5	-1042,8	30,25	648,71
	الثلاثي 4	630	8	-100,4	-4,5	451,8	20,25	663,56
2020	الثلاثي 1	480	9	-250,4	-3,5	876,4	12,25	678,42
	الثلاثي 2	690	10	-40,4	-2,5	101	6,25	693,28
	الثلاثي 3	970	11	239,6	-1,5	-359,4	2,25	708,13
	الثلاثي 4	630	12	-100,4	-0,5	50,2	0,25	722,99
2021	الثلاثي 1	520	13	-210,4	0,5	-105,2	0,25	737,84
	الثلاثي 2	750	14	19,6	1,5	29,4	2,25	752,70
	الثلاثي 3	1050	15	319,6	2,5	799	6,25	767,56
	الثلاثي 4	730	16	-0,4	3,5	-1,4	12,25	782,41
2022	الثلاثي 1	530	17	-200,4	4,5	-901,8	20,25	797,27
	الثلاثي 2	790	18	59,6	5,5	327,8	30,25	812,13
	الثلاثي 3	1100	19	369,6	6,5	2402,4	42,25	826,98
	الثلاثي 4	780	20	49,6	7,5	372	56,25	841,84
2023	الثلاثي 1	580	21	-150,4	8,5	-1278,4	72,25	856,70
	الثلاثي 2	850	22	119,6	9,5	1136,2	90,25	871,55
	الثلاثي 3	1180	23	449,6	10,5	4720,8	110,25	886,41
	الثلاثي 4	850	24	119,6	11,5	1375,4	132,25	901,27
المتوسط	730.4	12.5	المجموع	17085	1150			

$$\hat{b} = \frac{\sum(\hat{y}_i - \bar{y})(t - \bar{t})}{\sum(t - \bar{t})^2} = \frac{17085}{1150} \Leftrightarrow \hat{b} = 14.85$$

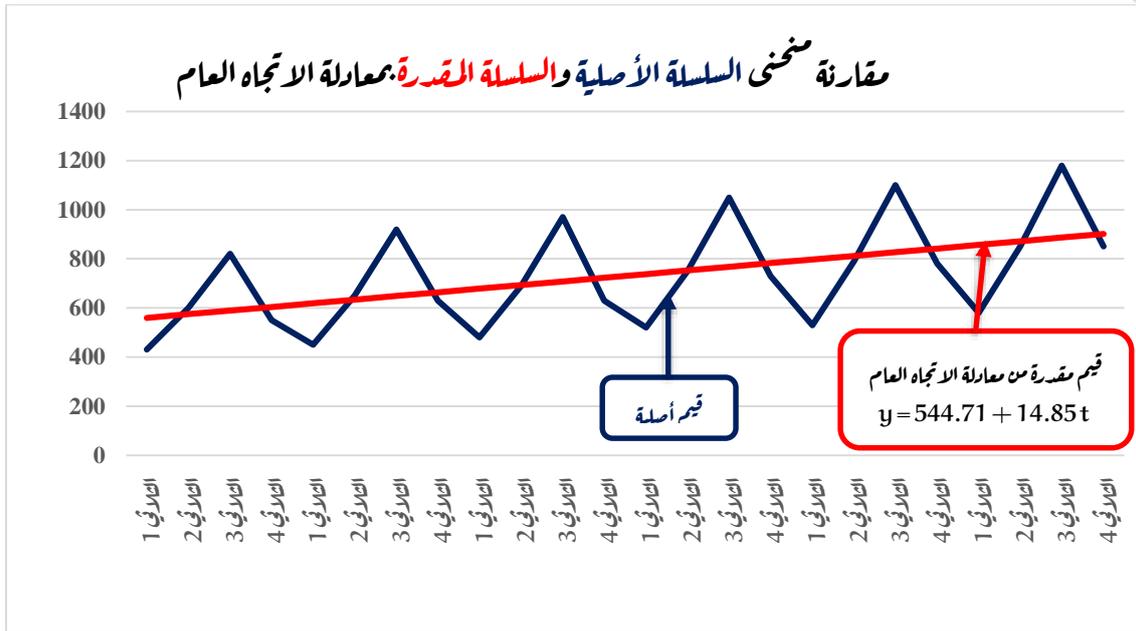
$$\hat{a} = \bar{y} - \hat{b}\bar{t} = 730.4 - (14.85)12.5 \Leftrightarrow \hat{a} = 544.71$$

$$\hat{y}_t = \hat{a} + \hat{b}t \Leftrightarrow \hat{y}_t = 544.71 + 14.85t$$

حل سلسلة رقم 02..... مقياس تحليل السلاسل الزمنية..... سنة أولى نقدي وبنكي 2023

يضع من خلال معادلة الاتجاه العام أعلاه أن العامل $\hat{b} = 14.85$ موجب وأكبر من الصفر مما يعني وجود مركبة الاتجاه العام في السلسلة y_t

المرحلة الثانية: مرحلة التمثيل البياني، من خلال البيان أسفله يضع وجود اتجاه عام يتمثل في المستقيم الملون بالأحمر التزايد الذي يمثل معادلة الاتجاه العام المقدرة.



يتم تقدير قيم \hat{y}_t وفق ما يلي:

$$\hat{y}_1 = 544.71 + 14.85(1) = 559.57$$

$$\hat{y}_2 = 544.71 + 14.85(2) = 574.42$$

.

.

$$\hat{y}_{24} = 544.71 + 14.85(24) = 901.27$$

ثانياً) اختبار مركبة الاتجاه العام وفق طريقة التوططات المتحركة

تم هذه الطريقة بمرحلتين هما:

المرحلة الأولى: حساب التوططات المتحركة، وبما ان الدورة في السنة تساوي أربعة ($p=4$)

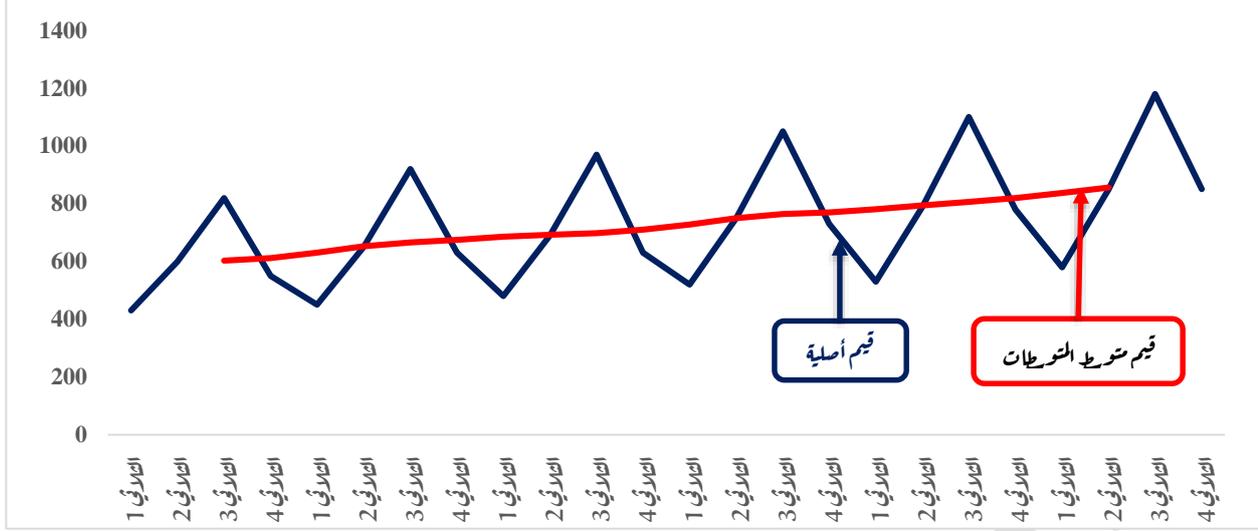
وهي عدد زوجي، إذن نستخدم طريقة متوط التوططات لتمهيد السلسلة الأصلية، حتى يتسنى

لنا ابراز الصورة البيانية بوضع الاتجاه العام، وذلك بعد حساب متوسط المتوسطات وفق الجدول التالي:

متوسط المتوسطات	المتوسط	y (سواح)	t (زمن)	التلاني	السنة
-	-	430	1	التلاني 1	2018
-	600	600	2	التلاني 2	
602,5	605	820	3	التلاني 3	
611,25	617,5	550	4	التلاني 4	
630	642,5	450	5	التلاني 1	2019
652,5	662,5	650	6	التلاني 2	
666,25	670	920	7	التلاني 3	
675	680	630	8	التلاني 4	
686,25	692,5	480	9	التلاني 1	2020
692,5	692,5	690	10	التلاني 2	
697,5	702,5	970	11	التلاني 3	
710	717,5	630	12	التلاني 4	
727,5	737,5	520	13	التلاني 1	2021
750	762,5	750	14	التلاني 2	
763,75	765	1050	15	التلاني 3	
770	775	730	16	التلاني 4	
781,25	787,5	530	17	التلاني 1	2022
793,75	800	790	18	التلاني 2	
806,25	812,5	1100	19	التلاني 3	
820	827,5	780	20	التلاني 4	
837,5	847,5	580	21	التلاني 1	2023
856,25	865	850	22	التلاني 2	
-	-	1180	23	التلاني 3	
-	-	850	24	التلاني 4	

المرحلة الثانية: نقوم بتمثيل سلسلة متوسط المتوسطات ومقارنتها مع السلسلة الأصلية

وفق البيان التالي:



لاحظ ان طريقة متوسط المتغيرات تقوم بتمهيد السلسلة الأصلية، الهدف منها إزالة التشوه عن السلسلة الأصلية حتى يتم ابراز بوضوح الاتجاه العام للسلسلة.
من خلال الخط الملون بالأحمر يوضح ان السلسلة تمتلك مركبة اتجاه عام.

خلاصة السؤال الأول:

طريقة المربعات الصغرى وطريقة المتوسطات المتحركة لاكتشاف مركبة الاتجاه العام، هما طريقتان بيانيتان فقط لإزالة التشوه في السلسلة الأصلية حتى نتبين بوضوح مركبة الاتجاه العام بيانيا والذي يكون خط مستقيم ممهدا للسلسلة الزمنية الأصلية.

3. اختبار مركبة الاتجاه العام باستخدام اختبار دانيال (Daniel' test)

يستعين هذا الاختبار بمعامل الارتباط لسبيرمان، يعتمد هذا المعامل قياس الارتباط الخطي الرتبى بين ترتيبين الرتبى (تصاعدي مثلا) R_t والزمني t او بتعبير رياضي:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_t^2}{T(T^2 - 1)}$$

d : يمثل الفرق بين رتبة المشاهدة في السلسلة الزمنية (R) والزمن المقابل لها (t) ($d = R - t$).
 T : تمثل عدد المشاهدات في السلسلة الزمنية.

علما أن: $-1 < r < +1$

صيغة الاختبار

- الفرضية الصفرية (H_0): لا يوجد اتجاه عام.

- الفرضية البديلة (H_1): يوجد اتجاه عام.

القرار: يتم اتخاذ القرار بعد حساب معامل الارتباط سيرمان r بالصيغة المذكورة أعلاه، ويكون لدينا حالتين:

الحالة الأولى: حجم العينة أكبر من 30 نستخدم التوزيع الطبيعي Z كما يلي:

$$Z_{cal} = \frac{r}{\sigma_r} \quad \sigma_r = \frac{1}{\sqrt{T-1}}$$

الحالة الثانية: حجم العينة أصغر من 30 نستخدم توزيع ستودينت t كما يلي:

$$t_{cal} = \frac{r}{\sigma_r} \quad \text{then} \quad \sigma_r = \frac{1}{\sqrt{T-1}}$$

إذا كانت $Z_{cal} > Z_{tab}$ (في حالة حجم العينة كبير) أو $t_{cal} > t_{tab}$ (في حالة حجم العينة صغير)

القرار: رفض الفرض الصفري وقبول الفرض البديل إذن توجد مركبة اتجاه عام.

وإذا كانت $Z_{cal} < Z_{tab}$ (في حالة حجم العينة كبير) أو $t_{cal} < t_{tab}$ (في حالة حجم العينة صغير)

القرار: قبول الفرض الصفري ورفض الفرض البديل إذن لا توجد مركبة اتجاه عام.

في مثالنا نقوم بحساب r (معامل سيرمان) وفق مالي:

نقوم بترتيب مشاهدات السلسلة الزمنية (y_t) ترتيباً تصاعدياً، في حالة وجود قيمتين أو أكثر لهم نفس

الرتبة نقوم بحساب المتوسط الحسابي لرتبهم ونضع بما يقابلهم المتوسط الحسابي للرتبة، ثم نقوم بحساب

معامل سيرمان وفق الجدول التالي:

حل سلسلة رقم 02 مقياس تحليل السلاسل الزمنية سنة أولى نقدي وبنكي 2023

d^2	$d=c-t$	الزمن T	الترتيب R	y	التلاني	السنة
0	0	1	1	430	التلاني 1	2018
9	3	5	2	450	التلاني 1	2019
36	6	9	3	480	التلاني 1	2020
81	9	13	4	520	التلاني 1	2021
144	12	17	5	530	التلاني 1	2022
4	-2	4	6	550	التلاني 4	2018
196	14	21	7	580	التلاني 1	2023
36	-6	2	8	600	التلاني 2	2018
2,25	-1,5	8	9,5	630	التلاني 4	2019
6,25	2,5	12	9,5	630	التلاني 4	2020
25	-5	6	11	650	التلاني 2	2019
4	-2	10	12	690	التلاني 2	2020
9	3	16	13	730	التلاني 4	2021
0	0	14	14	750	التلاني 2	2021
25	5	20	15	780	التلاني 4	2022
4	2	18	16	790	التلاني 2	2022
196	-14	3	17	820	التلاني 3	2018
12,25	3,5	22	18,5	850	التلاني 2	2023
30,25	5,5	24	18,5	850	التلاني 4	2023
169	-13	7	20	920	التلاني 3	2019
100	-10	11	21	970	التلاني 3	2020
49	-7	15	22	1050	التلاني 3	2021
16	-4	19	23	1100	التلاني 3	2022
1	-1	23	24	1180	التلاني 3	2023
1155	المجموع					

لدينا:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_t^2}{T(T^2 - 1)} = 1 - \frac{6(1155)}{24(24^2 - 1)} \Leftrightarrow r_s = 0.4978$$

صيغة الاختبار

- الفرضية الصفرية (H_0): لا يوجد اتجاه عام.
- الفرضية البديلة (H_1): يوجد اتجاه عام.

القرار:

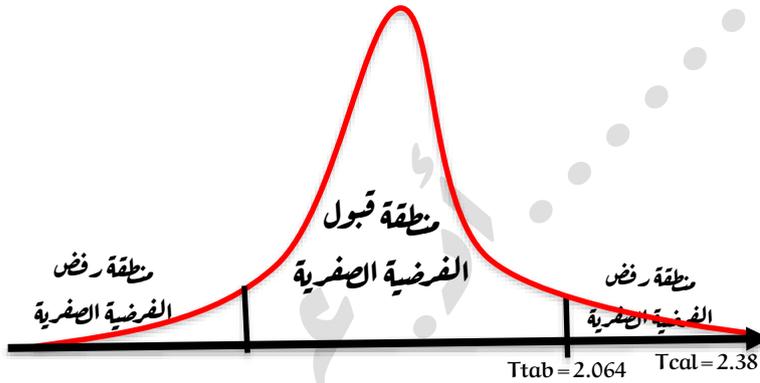
بما ان حجم العينة أصغر من 30 نستخدم توزيع ستودينت t كما يلي:

$$t_{cal} = \frac{r}{\sigma_r} = \frac{0.4978}{0.2085} \Leftrightarrow t_{cal} = 2.38 \text{ then } \sigma_r = \frac{1}{\sqrt{24-1}} = 0.2085$$

$$(t_{cal} = 2.38) > (t_{tab}(\frac{\alpha}{2})(\frac{0.05}{2}, 24) = 2.064) \text{ لدينا}$$

القرار: رفض الفرض الصفري لأنه ضمن منطقة الرفض وقبول الفرض البديل إذن توجد مركبة اتجاه عام.

الشكل التالي يوضح قاعدة القرار كما يلي:



حل سلسلة رقم 02 مقياس تحليل السلاسل الزمنية سنة أولى نقدي وبنكي 2023

t Table

cum. prob	t _{.50}	t _{.75}	t _{.80}	t _{.85}	t _{.90}	t _{.95}	t _{.975}	t _{.99}	t _{.995}	t _{.999}	t _{.9995}
one-tail	0.50	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
two-tails	1.00	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001
df											
1	0.000	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	318.31	636.62
2	0.000	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.000	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.000	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.000	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.000	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.000	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.000	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.000	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.000	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.000	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.000	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.000	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.000	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.000	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.000	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.000	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	0.000	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	0.000	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	0.000	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.000	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	0.000	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	0.000	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	0.000	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.000	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.000	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.000	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.000	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.000	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	0.000	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	0.000	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	0.000	0.679	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
80	0.000	0.678	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416
100	0.000	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.174	3.390
1000	0.000	0.675	0.842	1.037	1.282	1.646	1.962	2.330	2.581	3.098	3.300
Z	0.000	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291
	0%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	98%	99%	99.8%	99.9%
	Confidence Level										

4. اختبار الركبة الموسمية ثم إيجاد تقديرات مناسبة للمؤشرات الموسمية وتفسير معنى كل تقدير

أولاً) اختبار الركبة الموسمية: لكشف الركبة الموسمية نستخدم اختبار كريسكال وايلس (Kruskal Wallis) (KW) بشكل الاختبار:

- الفرضية الصفرية (H_0): لا توجد موسمية (فضلية).

- الفرضية البديلة (H_1): توجد موسمية (فضلية).

علاقته معطاة بالشكل الرياضي التالي:

$$KW = \frac{12}{T(T+1)} \sum \frac{R_i^2}{n_i} - 3(T+1) \mapsto \mathcal{K}_{(p-1)}$$

حيث:

R_i : تمثل مجموع رتب المشاهدات المقابلة للفصل i .

n_i : تمثل عدد المشاهدات المقابلة للفصل i .

P (الدورة): وهي تساوي 04 في المشاهدات الفصلية و 12 في الشهرية وهكذا...

R^2	R	(6) 2023	(5) 2022	(4) 2021	(3) 2020	(2) 2019	(1) 2018	
8940100	2990	580	530	520	480	450	430	التسلسل 1
18748900	4330	850	790	750	690	650	600	التسلسل 2
36481600	6040	1180	1100	1050	970	920	820	التسلسل 3
17388900	4170	850	780	730	630	630	550	التسلسل 4
81559500	المجموع							

$$KW = \frac{12}{T(T+1)} \sum \frac{R_i^2}{n_i} - 3(T+1) = \frac{12}{24(24+1)} \sum \frac{81559500}{6} - 3(24+1)$$

$$KW = 271790$$

لدينا: $\mathcal{K}_{tab(4-1,0.05)} = \mathcal{K}_{tab(3,0.05)} = 7.815 < KW = 271790$
القرار: رفض الفرضية الصفرية وقبول الفرضية البديلة التي تنص على وجود الموسمية في السلسلة.

- الفرضية الصفرية (H_0): لا توجد موسمية (فصلية).

- الفرضية البديلة (H_1): توجد موسمية (فصلية).

ثانياً إيجاد المؤشرات الموسمية

لإيجاد المؤشرات الموسمية نمر بعبارة خطوات وهي:

الخطوة الأولى: نقوم بحساب القيم المقدرة للسلسلة الأصلية من خلال معادلة الاتجاه العام التي سبق حسابها من قبل.

الخطوة الثانية: نقوم بحساب مؤشرات الموسمية بقسمة القيم الأصلية على القيم المقدرة إذا كان النموذج جدياً وإذا

كان النموذج تجميعي نقوم بطرح القيمة الأصلية من القيمة المقدرة، وبما أن نموذج سلسلتنا من النوع الجدي كما أثبتنا

سابقاً فإننا نقوم بقسمة القيم الأصلية على القيم المقدرة. وفي الجدول التالي:

حل سلسلة رقم 02 مقياس تحليل السلاسل الزمنية سنة أولى نقدي وبنكي 2023

السنة	التلافي	t (زمن)	y (سواح)	القيمة المقدرة \hat{y}	مؤشرات الموسمية $\frac{y}{\hat{y}}$
2018	التلافي 1	1	430	559,57	0,768
	التلافي 2	2	600	574,42	1,045
	التلافي 3	3	820	589,28	1,392
	التلافي 4	4	550	604,14	0,910
2019	التلافي 1	5	450	618,99	0,727
	التلافي 2	6	650	633,85	1,025
	التلافي 3	7	920	648,71	1,418
	التلافي 4	8	630	663,56	0,949
2020	التلافي 1	9	480	678,42	0,708
	التلافي 2	10	690	693,28	0,995
	التلافي 3	11	970	708,13	1,370
	التلافي 4	12	630	722,99	0,871
2021	التلافي 1	13	520	737,84	0,705
	التلافي 2	14	750	752,70	0,996
	التلافي 3	15	1050	767,56	1,368
	التلافي 4	16	730	782,41	0,933
2022	التلافي 1	17	530	797,27	0,665
	التلافي 2	18	790	812,13	0,973
	التلافي 3	19	1100	826,98	1,330
	التلافي 4	20	780	841,84	0,927
2023	التلافي 1	21	580	856,70	0,677
	التلافي 2	22	850	871,55	0,975
	التلافي 3	23	1180	886,41	1,331
	التلافي 4	24	850	901,27	0,943

الخطوة الثالثة: نقوم بحساب متوسط المؤشرات لكل تلافي، حيث ينتج لنا أربعة مؤشرات موسمية كما يلي:

النسب %	المتوسط	2023	2022	2021	2020	2019	2018	
70.8	0,708	0,677	0,665	0,705	0,708	0,727	0,768	التلافي 1
100.2	1,002	0,975	0,973	0,996	0,995	1,025	1,045	التلافي 2
136.8	1,368	1,331	1,330	1,368	1,370	1,418	1,392	التلافي 3
92.2	0,922	0,943	0,927	0,933	0,871	0,949	0,910	التلافي 4
400	4	المجموع						

ملاحظة مهمة: بما ان **مجموع المؤشرات** يساوي 04 وهو نفسه قيمة الدورة $P = 4$ فلا داعي لإجراء **التعديل** على المؤشرات.

تفسير معنى كل مؤشر موسمي كما يلي:

المؤشر الموسمي %	التفسير
70.8	انخفاض في عدد السواح بنسبة $(100 - 70.3 = 29.17)$
100.2	ثبات عدد السواح $(100 - 100.2 = 02.0)$
136.8	ارتفاع عدد السواح بنسبة $(100 - 136.8 = 36.3 +)$
92.2	انخفاض في عدد السواح بمقدار $(100 - 92.2 = 7.76 -)$

5. استبعد أثر الموسم من البيانات وارسم البيانات المعدلة CVS

للحصول على السلسلة الزمنية CVS لإزالة أثر الموسمية (حساب مركبة الاتجاه العام)

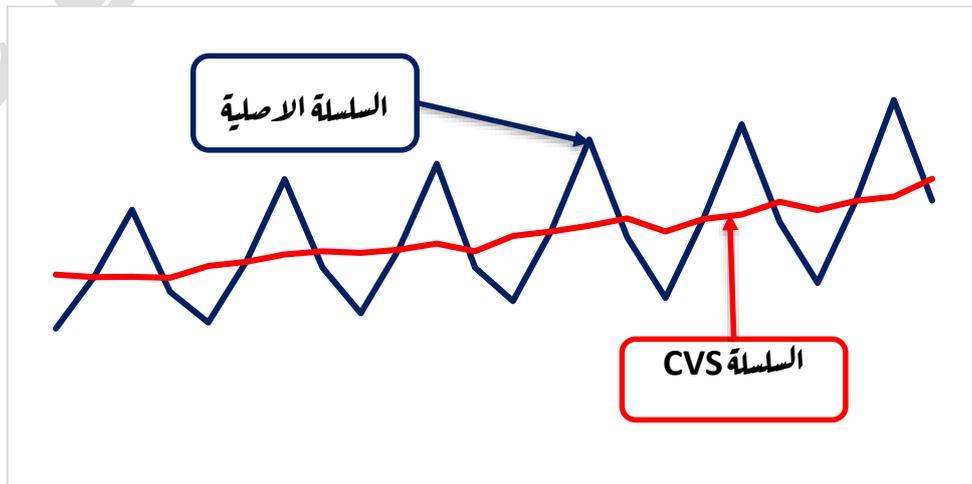
تساهم التغيرات الموسمية في تشويش الصورة حول الاتجاه العام للظاهرة، لذلك وجب إزالتها حتى نتعرف على حقيقة تطور الظاهرة مستقبلاً. وبالتالي نتحصل على السلسلة الـ صحيحة من التغيرات الموسمية (CVS). والهدف من هذه السلسلة هي استعمالها في **اكتشاف الركبة العشوائية** و**كنا التنبؤ** كأخر مرحلة.

بما أن النموذج **جذائي** يمكن إزالة مؤشر الموسمية بقسمة السلسلة الـ صحيحة من التغيرات الموسمية (CVS) على مؤشر الموسمية. كما هو موضح في الجدول التالي:

حل سلسلة رقم 02 مقياس تحليل السلاسل الزمنية سنة أولى نقدي وبنكي 2023

السنة	التلافي	t (زمن)	y (سواح)	I مؤشرات الموسمية	$CVS = \frac{y}{I}$
2018	التلافي 1	1	430	0,708	607,129
	التلافي 2	2	600	1,002	599,030
	التلافي 3	3	820	1,368	599,352
	التلافي 4	4	550	0,922	596,329
2019	التلافي 1	5	450	0,708	635,368
	التلافي 2	6	650	1,002	648,949
	التلافي 3	7	920	1,368	672,444
	التلافي 4	8	630	0,922	683,067
2020	التلافي 1	9	480	0,708	677,725
	التلافي 2	10	690	1,002	688,884
	التلافي 3	11	970	1,368	708,990
	التلافي 4	12	630	0,922	683,067
2021	التلافي 1	13	520	0,708	734,203
	التلافي 2	14	750	1,002	748,787
	التلافي 3	15	1050	1,368	767,463
	التلافي 4	16	730	0,922	791,491
2022	التلافي 1	17	530	0,708	748,322
	التلافي 2	18	790	1,002	788,723
	التلافي 3	19	1100	1,368	804,009
	التلافي 4	20	780	0,922	845,702
2023	التلافي 1	21	580	0,708	818,918
	التلافي 2	22	850	1,002	848,626
	التلافي 3	23	1180	1,368	862,483
	التلافي 4	24	850	0,922	921,599

من الواضح أن السلسلة CVS قد تخلصت من أثر الموسمية والبيان التالي يوضح ذلك:



6. هل السلسلة الزمنية تحتوي على مركبة عشوائية؟

يمكن التأكد من المركبة العشوائية من خلال النموذج الجبرائي التالي:

$$Y_i = T_i \times S_i \times I_i \times C_i$$

$$\Leftrightarrow I_i = \frac{Y_i}{T_i \times S_i \times C_i}$$

بما أن المركبة الدورية C مندرجة مع مركبة الاتجاه العام في المدى القصير فيمكن الاستغناء عليها

وتصبح المركبة العشوائية كما يلي:

$$I_i = \frac{Y_i}{T_i \times S_i}$$

قبل حساب المركبة العشوائية نقوم بتقدير معادلة الاتجاه العام للسلسلة CVS والحصول على التقديرات CVS (نحصل عليها عبر التعويض بقيمة الزمن t في معادلة CVS) وفق الجدول التالي:

السنة	الثلاثي	CVS	t (زمن)	CVS _i - CVS	t - t̄	(CVS _i - CVS)(t - t̄)	(t - t̄) ²	CVS (مقدرة)
2018	الثلاثي 1	607,129	1	-123,3	-11,5	1417,62	132,25	579,95
	الثلاثي 2	599,030	2	-131,4	-10,5	1379,39	110,25	592,85
	الثلاثي 3	599,352	3	-131	-9,5	1244,95	90,25	605,76
	الثلاثي 4	596,329	4	-134,1	-8,5	1139,61	72,25	618,66
2019	الثلاثي 1	635,368	5	-95,03	-7,5	712,74	56,25	631,57
	الثلاثي 2	648,949	6	-81,45	-6,5	529,43	42,25	644,48
	الثلاثي 3	672,444	7	-57,96	-5,5	318,76	30,25	657,38
	الثلاثي 4	683,067	8	-47,33	-4,5	213,00	20,25	670,29
2020	الثلاثي 1	677,725	9	-52,67	-3,5	184,36	12,25	683,19
	الثلاثي 2	688,884	10	-41,52	-2,5	103,79	6,25	696,10
	الثلاثي 3	708,990	11	-21,41	-1,5	32,12	2,25	709,00
	الثلاثي 4	683,067	12	-47,33	-0,5	23,67	0,25	721,91
2021	الثلاثي 1	734,203	13	3,8026	0,5	1,90	0,25	734,81
	الثلاثي 2	748,787	14	18,387	1,5	27,58	2,25	747,72
	الثلاثي 3	767,463	15	37,063	2,5	92,66	6,25	760,62
	الثلاثي 4	791,491	16	61,091	3,5	213,82	12,25	773,53
2022	الثلاثي 1	748,322	17	17,922	4,5	80,65	20,25	786,44
	الثلاثي 2	788,723	18	58,323	5,5	320,78	30,25	799,34
	الثلاثي 3	804,009	19	73,609	6,5	478,46	42,25	812,25
	الثلاثي 4	845,702	20	115,3	7,5	864,77	56,25	825,15
2023	الثلاثي 1	818,918	21	88,518	8,5	752,41	72,25	838,06
	الثلاثي 2	848,626	22	118,23	9,5	1123,14	90,25	850,96
	الثلاثي 3	862,483	23	132,08	10,5	1386,87	110,25	863,87
	الثلاثي 4	921,599	24	191,2	11,5	2198,78	132,25	876,77
المتوسط		728.4	12.5	المجموع		14841,23	1150	

نتحصل على معادلة الاتجاه العام كما يلي:

حل سلسلة رقم 02 مقياس تحليل السلاسل الزمنية سنة أولى نقدي وبنكي 2023

$$\hat{b} = \frac{\sum(C\widehat{V}S_i - \overline{C\widehat{V}S})(t - \bar{t})}{\sum(t - \bar{t})^2} = \frac{14841,23}{1150} \Leftrightarrow \hat{b} = 12.90$$

$$\hat{a} = \overline{C\widehat{V}S} - b\bar{t} = 728.4 - (12.90)12.5 \Leftrightarrow \hat{a} = 567.04$$

$$C\widehat{V}S_t = a + bt \Leftrightarrow C\widehat{V}S_t = 567.04 + 12.9t$$

ملاحظة: نتحصل على تقديرات $C\widehat{V}S_i$ عبر التعويض بقيمة الزمن t في معادلة $C\widehat{V}S_t = 567.04 + 12.9t$

وبالتالي نقوم بحساب المركبة العشوائية وفق العلاقة الأخيرة كما يلي في الجدول التالي:

المركبة العشوائية (I)	مركبة الموسمية (S)	مركبة الاتجاه العام (T)	القيم الأصلية (Y)	مركبات السلسلة الزمنية Y		
				السنة	التسلسلي	t (زمن)
$I_i = \frac{Y_i}{T_i \times S_i}$	مؤشر الموسمية	القيمة القدرية (C\widehat{V}S) من معادلة CVS	y (سواح)	t (زمن)	التسلسلي	السنة
1,05	0,708	579,95	430	1	التسلسلي 1	2018
1,01	1,002	592,85	600	2	التسلسلي 2	
0,99	1,368	605,76	820	3	التسلسلي 3	
0,96	0,922	618,66	550	4	التسلسلي 4	
1,01	0,708	631,57	450	5	التسلسلي 1	2019
1,01	1,002	644,48	650	6	التسلسلي 2	
1,02	1,368	657,38	920	7	التسلسلي 3	
1,02	0,922	670,29	630	8	التسلسلي 4	
0,99	0,708	683,19	480	9	التسلسلي 1	2020
0,99	1,002	696,10	690	10	التسلسلي 2	
1,00	1,368	709,00	970	11	التسلسلي 3	
0,95	0,922	721,91	630	12	التسلسلي 4	
1,00	0,708	734,81	520	13	التسلسلي 1	2021
1,00	1,002	747,72	750	14	التسلسلي 2	
1,01	1,368	760,62	1050	15	التسلسلي 3	
1,02	0,922	773,53	730	16	التسلسلي 4	
0,95	0,708	786,44	530	17	التسلسلي 1	2022
0,99	1,002	799,34	790	18	التسلسلي 2	
0,99	1,368	812,25	1100	19	التسلسلي 3	
1,02	0,922	825,15	780	20	التسلسلي 4	
0,98	0,708	838,06	580	21	التسلسلي 1	2023
1,00	1,002	850,96	850	22	التسلسلي 2	

حل سلسلة رقم 02 مقياس تحليل السلاسل الزمنية سنة أولى نقدي وبنكي 2023

1,00	1,368	863,87	1180	23	التلافي 3
1,05	0,922	876,77	850	24	التلافي 4

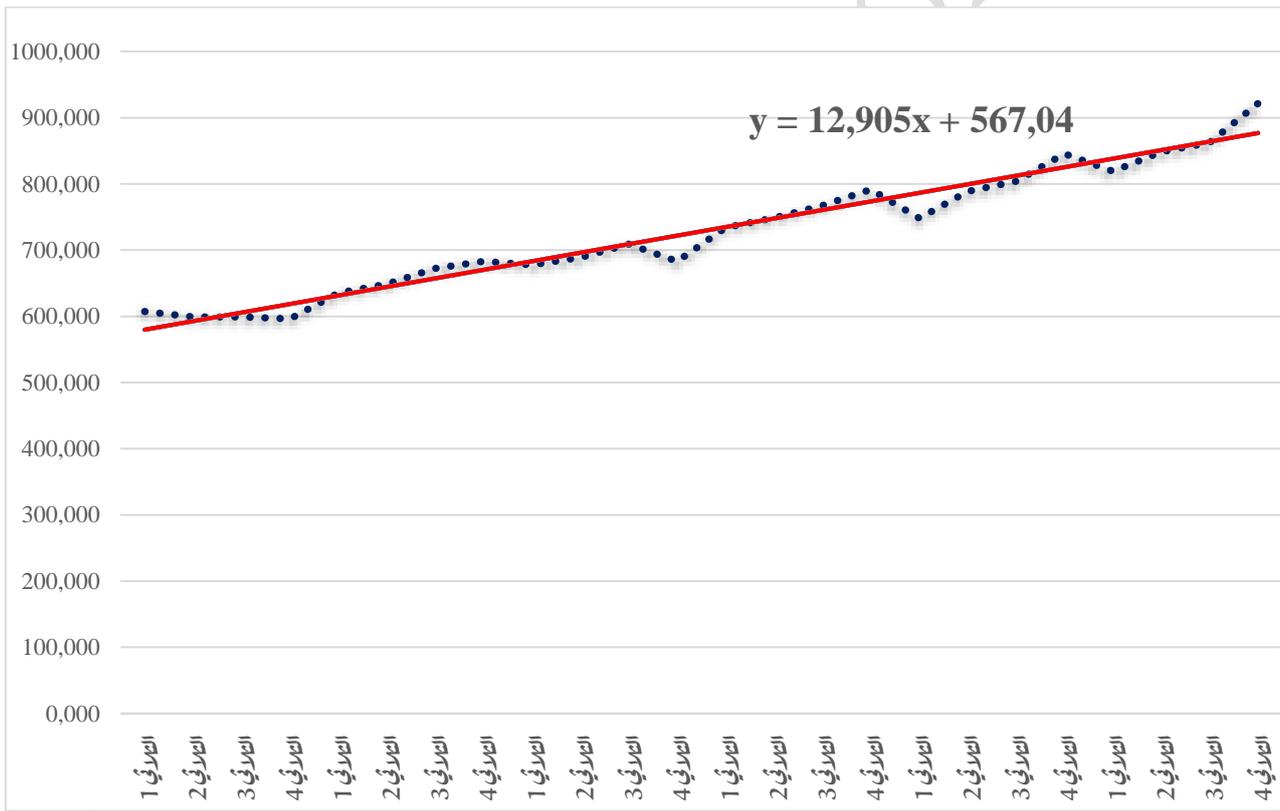
من خلال الجدول أعلاه يتضح أن قيم مركبة العشوائية ثابتة تقريبا عند القيمة واحد 1، وهو ما يعني لا وجود أو تأثير لهذه المركبة على السلسلة الزمنية الأصلية.

7. اقتراح نموذجاً مناسباً للتنبؤ

نموذج الاتجاه العام المناسب لعملية التنبؤ هو نموذج السلسلة الزمنية الـ صححة من أثر الموسمية CVS، كما يلي (تم تقديرها سابقاً):

$$\widehat{CVS}_t = 567.04 + 12.9t$$

التحميل البياني لها كما يلي:



8. إيجاد تنبؤ نقطة عدد السواح في الفندق (التلافي 1.2.3.4) لعام 2024

تم عملية التنبؤ وفق المعادلة التالية (الشكل الجرائي للسلسلة) كما يلي:

القيمة التنبؤية للتلافي $i =$ (معادلة الاتجاه العام للسلسلة الـ صححة من أثر الموسمية i) \times (مؤشر الموسمية i)

$$\widehat{CVS}_t = (567.04 + 12.9t) \times S_i$$

ملاحظة: في حالة كنا نستخدم النموذج الجمعي فإن المعادلة التي تستخدم في التنبؤ تكون من الشكل

التالي:

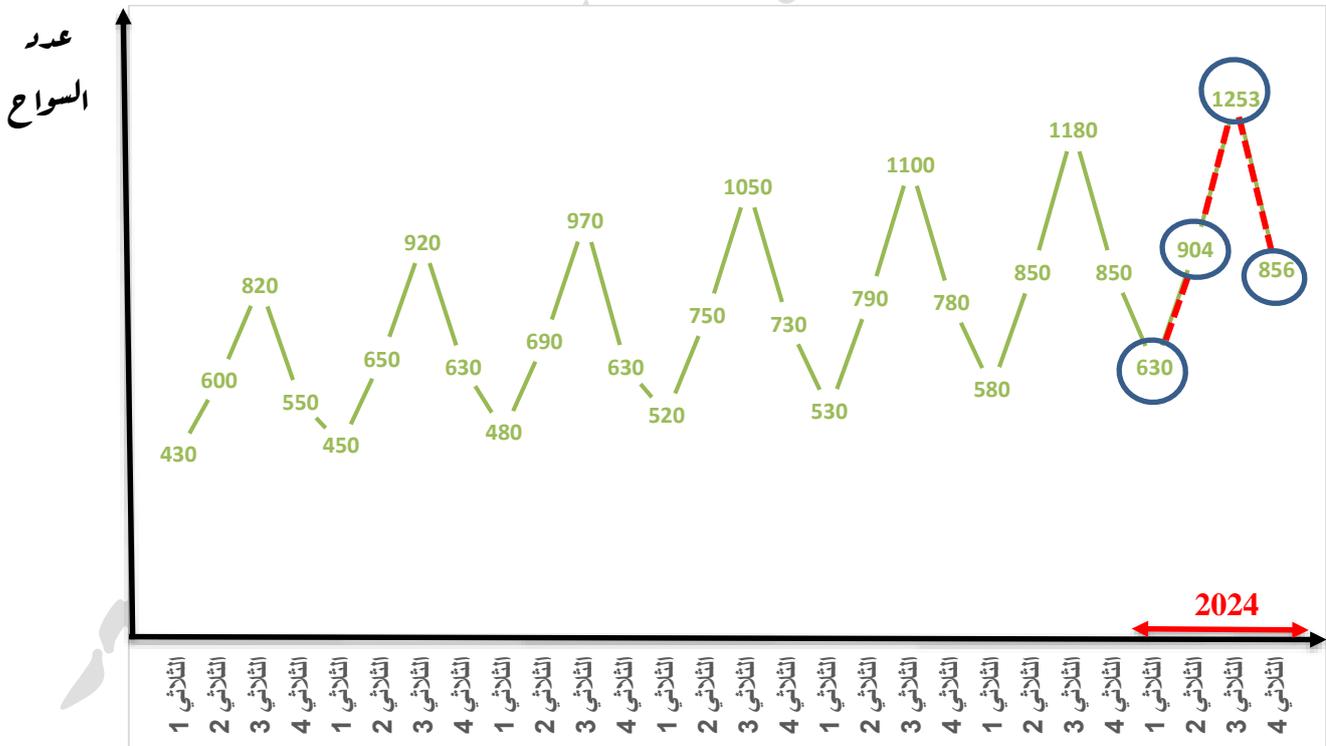
$$\widehat{CVS}_t = (567.04 + 12.9t) + S_i$$

كيفية التنبؤ

نقوم بالتعويض في المعادلة $(\widehat{CVS}_t = (567.04 + 12.9t) \times S_i)$ بقيمة t و S المناسبة كما يلي:

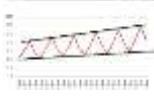
السنة	التسلسلي	الزمن t	s الموسمية	التعويض	قيمة التنبؤ (عدد السواح)
2024	التسلسلي 1	25	0,708	$\widehat{CVS}_t = (567.04 + 12.9 \times 25) \times 0.7$	630
	التسلسلي 2	26	1,002	$\widehat{CVS}_t = (567.04 + 12.9 \times 26) \times 1.002$	904
	التسلسلي 3	27	1,368	$\widehat{CVS}_t = (567.04 + 12.9 \times 27) \times 1.36$	1253
	التسلسلي 4	28	0,922	$\widehat{CVS}_t = (567.04 + 12.9 \times 28) \times 0.92$	856

البيان التالي يوضح عدد السواح الزائرين لفندق القلعة بالسياسة التنبؤي بهم لعام 2024 كما يلي:



حل سلسلة رقم 02 مقياس تحليل السلاسل الزمنية سنة أولى نقدي وبنكي 2023

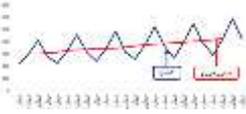
ملخص جواب التمرين الثاني (مراحل التنبؤ)



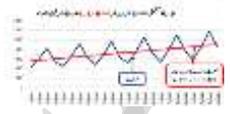
المرحلة 01: تحديد نوع نموذج السلسلة بيانيا باستخدام طريقة الشريط

المرحلة 02: اكتشاف مركبات السلسلة الزمنية

اكتشاف مركبة الاتجاه العام (طريقة بيانية)



طريقة المربعات الصغرى - طريقة المتوططات المتحركة



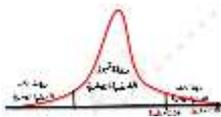
اكتشاف المركبة الموسمية

حساب المؤشرات الموسمية (عددها حسب قيمة الدورية P) وتصحيحها

السنة	2022	2021	2020	2019	2018
مبيعات	6677	6485	6785	6708	6765
مبيعات	6975	6878	6886	6969	6888
مبيعات	7362	7331	7320	7370	7382
مبيعات	8022	8043	8027	8033	8071
مبيعات	8682	8643	8633	8639	8693

المرحلة 03: اختبار مركبات السلسلة الزمنية

اختبار دانيال لوجود الاتجاه العام



اختبار كيرلاس وايل لوجود الموسمية (KW)

$$KW = \frac{12}{T(T+1)} \sum_{h=1}^{T-1} h \left(\sum_{t=1}^{T-h} (y_t - \bar{y})(y_{t+h} - \bar{y}) \right) - \frac{12}{T} \sum_{h=1}^{T-1} h(h+1) \left(\sum_{t=1}^{T-h} (y_t - \bar{y})^2 \right) \left(\sum_{t=h+1}^T (y_t - \bar{y})^2 \right)$$

النتيجة: $KW = 271790$

الخطوات: 1- حساب المتوسط الحسابي \bar{y} للسلسلة الزمنية. 2- حساب $\sum_{t=1}^{T-h} (y_t - \bar{y})(y_{t+h} - \bar{y})$ لكل h من 1 إلى $T-1$. 3- حساب $\sum_{t=1}^{T-h} (y_t - \bar{y})^2$ و $\sum_{t=h+1}^T (y_t - \bar{y})^2$ لكل h من 1 إلى $T-1$. 4- حساب KW باستخدام الصيغة أعلاه.

المرحلة 04: حساب المركبة العشوائية

حساب السلسلة الزمنية المعدلة من أثر الموسمية CVS (إزالة مؤشر الموسمية)

تقدير CVS بطريقة المربعات الصغرى $\widehat{CVS}_t = 567.04 + 12.9t$

الموصول على المركبة العشوائية $I_i = \frac{Y_i}{T_i \times S_i}$

المرحلة 05: التنبؤ باستخدام معادلة الاتجاه العام للسلسلة الزمنية المعدلة من أثر الموسمية

$$\widehat{CVS}_t = (567.04 + 12.9t) + S_i \quad CVS$$

السنة	التقديري	الزمن t	دورية الموسمية	التقديرات	البيانات (مبيعات)
2024	التقديري 1	25	0,708	$CVS_{25} = (567.04 + 12.9 \times 25) \times 0.7$	630
	التقديري 2	26	1,002	$CVS_{26} = (567.04 + 12.9 \times 26) \times 1.002$	904
	التقديري 3	27	1,368	$CVS_{27} = (567.04 + 12.9 \times 27) \times 1.36$	1253
	التقديري 4	28	0,922	$CVS_{28} = (567.04 + 12.9 \times 28) \times 0.92$	856

القيمة التنبؤية للتقديري i = (معادلة الاتجاه العام للسلسلة المعدلة من أثر الموسمية i) × (مؤشر الموسمية i)

