



 حل التمرين
الإضافي

تحليل السلاسل
الزمنية



تمرين إضافي..... مقياس تحليل السلاسل الزمنية..... سنة أولى نقدي وبنكي 2023

مسألة

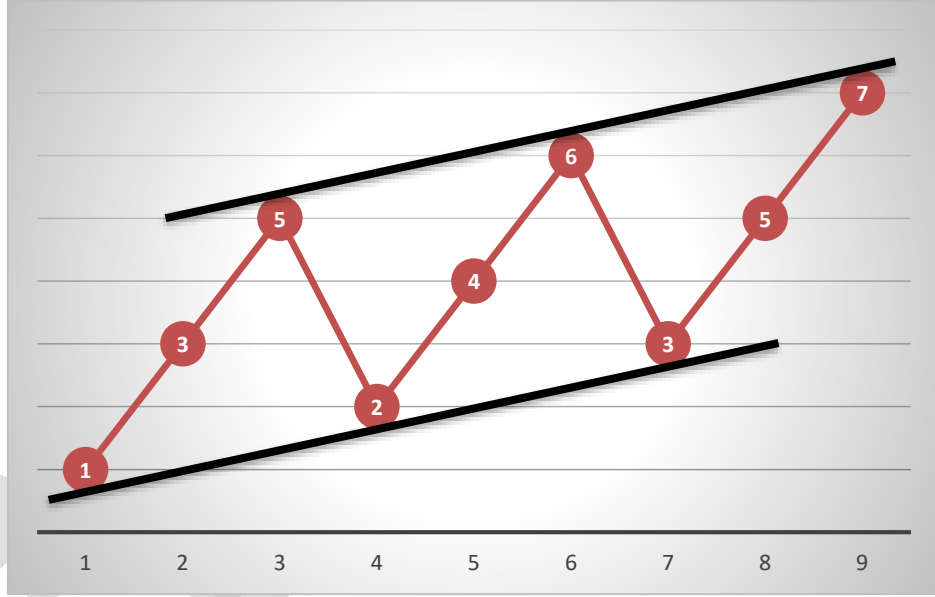
ليكن لديك سلسلة زمنية تمثل سعر السهم كل ساعة كما يلي:

الساعات	1	2	3	4	5	6	7	8	9
سعر السهم	1	3	5	2	4	6	3	5	7

1. حدد نوع النموذج (جدائي/جمعي) من خلال طريقة الشريط؟
2. اختبر مركبة الاتجاه العام وحددها وفق طريقي المربعات الصغرى والمتوسطات المتحركة؟
3. اختبر المركبة الموسمية ثم أوجد تقديرات مناسبة للمؤشرات الموسمية وفسر معنى كل تقدير؟
4. استبعد أثر الموسم من البيانات وارسم البيانات المعدلة؟
5. اقترح نموذجاً مناسباً للاتجاه العام ووضح سبب ذلك؟
6. أوجد تنبؤ بنقطة سعر السهم للساعات (10) (11) (12)؟

الإجابة

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



من خلال البيان أعلاه والرؤية المجردة يتضح أن المستقيمين متوازيين، وبالتالي النموذج من النوع التجميعي. كذلك

يتضح من خلال الرؤية المجردة للبيان ان السلسلة لها مركبتين هما: الاتجاه العام والموسمية.

2. اختبار مركبة الاتجاه العام وفق طريقي المربعات الصغرى والمتوسطات المتحركة

أولاً) اختبار مركبة الاتجاه العام وفق طريقة المربعات الصغرى

لاكتشاف مركبة الاتجاه العام نمر بمرحلتين:

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

المرحلة الأولى: مرحلة التقدير نقدر المعادلة الخطية التالية:

حيث نقدر المعلمتين a و b وفق العلاقة التالية:

تمرين إضافي..... مقياس تحليل السلاسل الزمنية..... سنة أولى نقدي وبنكي 2023

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

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

لتقدير المعلمتين نستعين بالجدول التالي:

\hat{y} (مقدرة)	$(t - \bar{t})^2$	$(y_i - \bar{y})(t - \bar{t})$	$t - \bar{t}$	$y_i - \bar{y}$	t (زمن)	y
2	16	12	-4	-3	1	1
2,5	9	3	-3	-1	2	3
3	4	-2	-2	1	3	5
3,5	1	2	-1	-2	4	2
4	0	0	0	0	5	4
4,5	1	2	1	2	6	6
5	4	-2	2	-1	7	3
5,5	9	3	3	1	8	5
6	16	12	4	3	9	7
60	30	المجموع	المتوسط	5	4	

$$\hat{b} = \frac{\sum(y_i - \bar{y})(t - \bar{t})}{\sum(t - \bar{t})^2} = \frac{30}{60} \Leftrightarrow \hat{b} = 0.5$$

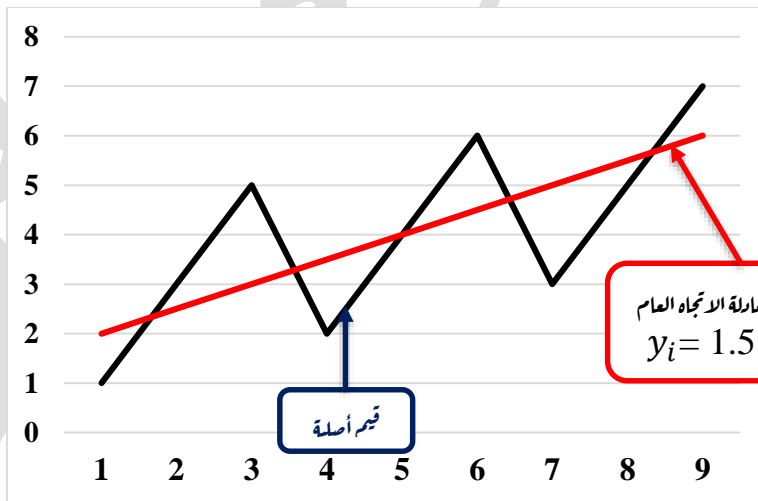
$$\hat{a} = \bar{y} - \hat{b}\bar{t} = 4 - (0.5)5 \Leftrightarrow \hat{a} = 1.5$$

$$\hat{y}_t = \hat{a} + \hat{b}t \Leftrightarrow \hat{y}_t = 1.5 + 0.5t$$

يتضح من خلال معادلة الاتجاه العام أعلاه أن المعامل $\hat{b} = 0.5$ موجب وأكبر من الصفر، مما يعني وجود مركبة الاتجاه العام في السلسلة y .

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

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



تمرين إضافي..... مقياس تحليل السلاسل الزمنية..... سنة أولى نقدي وبنكي 2023

يتم تقدير قيم \hat{y} وفق ما يلي:

$$\hat{y}_1 = 1.5 + 0.5(1) = 2$$
$$\hat{y}_2 = 1.5 + 0.5(2) = 2.5$$

$$\hat{y}_9 = 1.5 + 0.5(9) = 6$$

ثانياً) اختبار مركبة الاتجاه العام وفق طريقة المتوسطات المتحركة

تمر هذه الطريقة بمرحلتين هما:

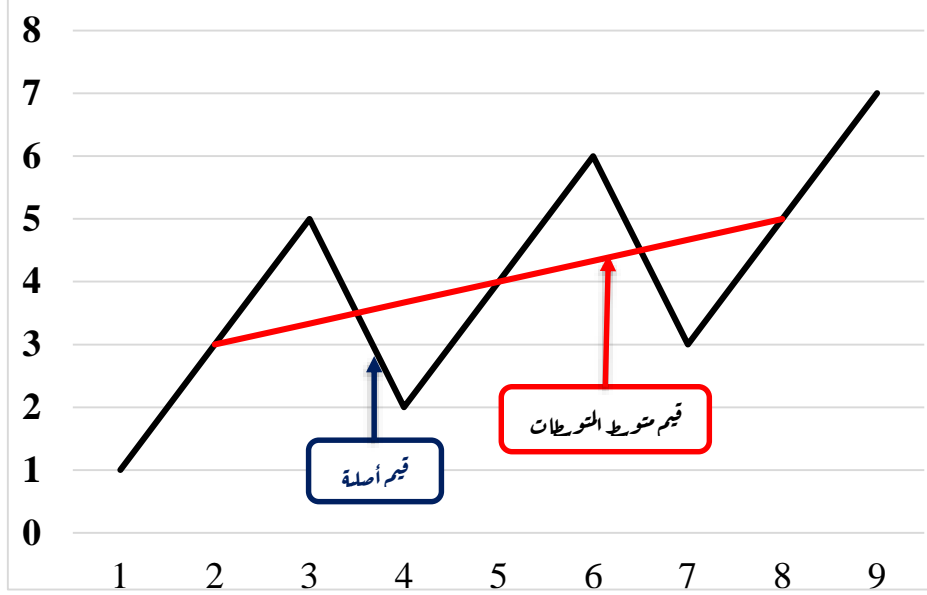
➤ المرحلة الأولى: حساب المتوسطات المتحركة، وبما ان الدورة في السنة تساوي ثلاثة ($p=3$) وهي عدد فردي، إذن نستخدم طريقة المتوسطات المتحركة لتمهيد السلسلة الأصلية، حتى يتسنى لنا ابراز الصورة البيانية بوضوح الاتجاه العام، وذلك بعد حساب المتوسطات المتحركة وفق الجدول التالي:

التوسط	y (المشاهدة)	t (زمن)
-	1	1
3	3	2
3,33	5	3
3,67	2	4
4	4	5
4,33	6	6
4,67	3	7
5	5	8
-	7	9

➤ المرحلة الثانية: نقوم بتمثيل سلسلة المتوسطات المتحركة، ومقارنتها مع السلسلة الأصلية وفق البيان

التالي:

تمرين إضافي..... مقياس تحليل السلاسل الزمنية..... سنة أولى نقدي وبنكي 2023



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

خلاصة السؤال:

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 المركبة الموسمية ثم إيجاد تقديرات مناسبة للمؤشرات الموسمية وتفسير معنى كل تقدير.

أولا) اختبار المركبة الموسمية:

لكشف المركبة الموسمية نستخدم اختبار كريسكال وايلس (KW) ($Kruskal Wallis$)

شكل الاختبار:

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

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

تمرين إضافي..... مقياس تحليل السلاسل الزمنية..... سنة أولى نقدي وبنكي 2023

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 . (في مثالنا: $R_1=1+2+3.5=6.5$)

n_i : تمثل عدد المشاهدات المقابلة للفصل i . في مثالنا تساوي 3 مشاهدات لكل فصل.

P (الدورة): وهي تساوي 04 في المشاهدات الفصلية و 12 في الشهرية وهكذا... في مثالنا تساوي 3.

نرتب المشاهدات ترتيبا تصاعديا كما يلي:

سعر السهم	1	2	3	3	4	5	5	6	7
الرتبة	1	2	3,5	3,5	5	6,5	6,5	8	9

ثم نقوم بحساب مجموع رتب المشاهدات المقابلة للفصول 1 و 2 و 3 كما يلي:

R^2	R	الرتبة	المشاهدة	الرتبة	المشاهدة	الرتبة	المشاهدة	
42,25	6,5	3.5	3	2	2	1	1	فصل 1
225	15	6,5	5	5	4	3,5	3	فصل 2
552,25	23,5	9	7	8	6	6,5	5	فصل 3
819,5	المجموع							

$$KW = \frac{12}{T(T+1)} \sum \frac{R_i^2}{n_i} - 3(T+1) = \frac{12}{9(9+1)} \sum \frac{819.5}{3} - 3(9+1)$$

$$KW = 6.42$$

لدينا: $\mathcal{K}_{tab(3-1,0.05)} = \mathcal{K}_{tab(2,0.05)} = 5.99 < KW = 6.42$

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 بعدة 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 جدائي، وإذا كان

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

فإننا نقوم بطرح القيم الأصلية عن القيم المقدرة. وفق الجدول التالي:

تمرين إضافي..... مقياس تحليل السلاسل الزمنية..... سنة أولى نقدي وبنكي 2023

مؤشرات الموسمية $y - \hat{y}$	\hat{y} القيمة المقدرة	y (المشاهدة)	t (زمن)
-1	2	1	1
0,5	2,5	3	2
2	3	5	3
-1,5	3,5	2	4
0	4	4	5
1,5	4,5	6	6
-2	5	3	7
-0,5	5,5	5	8
1	6	7	9

➤ الخطوة الثالثة: نقوم بحساب متوسط المؤشرات لكل فصل، حيث ينتج لنا ثلاث مؤشرات موسمية كما يلي:

المتوسط				
-1,5	-2	-1,5	-1	الفصل 1
0	-0,5	0	0,5	الفصل 2
1,5	1	1,5	2	الفصل 3
0	المجموع			

مؤشرات
موسمية

ملاحظة مهمة: بما ان مجموع المؤشرات يساوي 00 فلا داعي لإجراء التعديل على المؤشرات.

تفسير معنى كل مؤشر موسمي كما يلي:

القيمة الموسمية بالوحدات	التفسير
-1,5	<u>انخفاض</u> في عدد الوحدات بـ 1.5
0	<u>ثبات</u> عدد الوحدات 0
1,5	<u>ارتفاع</u> عدد الوحدات = 1.5+ وحدة

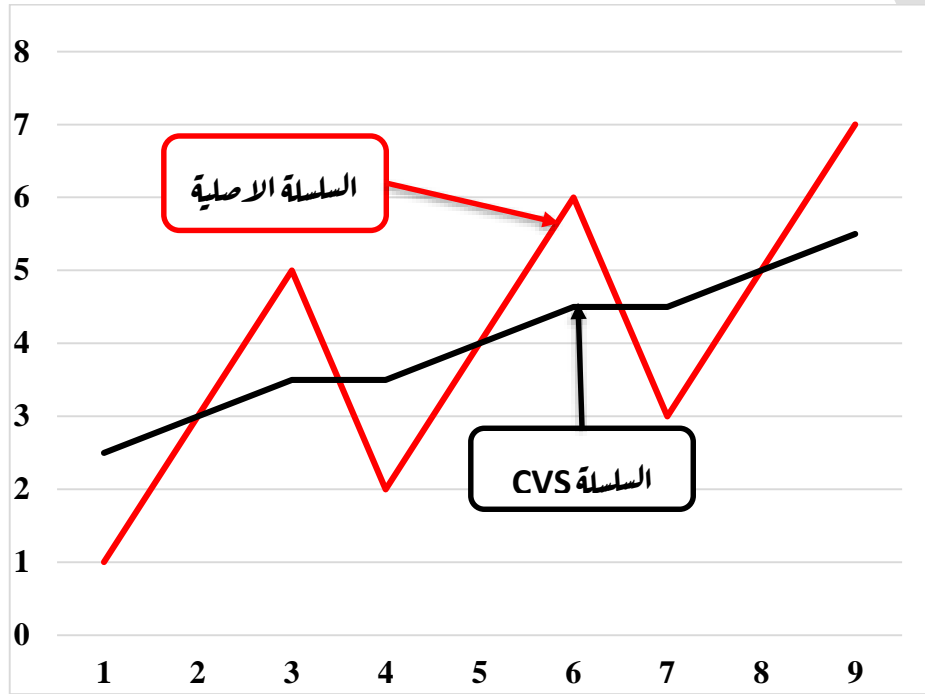
5. استبعاد أثر الموسم من البيانات ورسم البيانات المعدلة CVS

تساهم التغيرات الموسمية في تشويش الصورة حول الاتجاه العام للظاهرة، لذلك وجب إزالتها حتى نتعرف على حقيقة تطور الظاهرة مستقبلا. وبالتالي نتحصل على السلسلة المصححة من التغيرات الموسمية (CVS). والهدف من هذه السلسلة هي استعمالها في اكتشاف المركبة العشوائية وكذا التنبؤ كآخر مرحلة.

بما أن النموذج تجميعي، يمكن إزالة مؤشر الموسمية بطرح التغيرات الموسمية (S) من السلسلة الأصلية (y). كما هو موضح في الجدول التالي:

تمرين إضافي..... مقياس تحليل السلاسل الزمنية..... سنة أولى نقدي وبنكي 2023

$CVS = y - s$	قيم الموسمية s	y (المشاهدة)	t (زمن)
2,5	-1,5	1	1
3	0	3	2
3,5	1,5	5	3
3,5	-1,5	2	4
4	0	4	5
4,5	1,5	6	6
4,5	-1,5	3	7
5	0	5	8
5,5	1,5	7	9



6. اقتراح نموذجاً مناسباً للتنبؤ

نموذج الاتجاه العام المناسب لعملية التنبؤ هو نموذج السلسلة الزمنية المصححة من أثر الموسمية CVS، كما يلي.

$$CVS_t = \hat{a} + \hat{b}t$$

نقدر المعادلة الخطية التالية:

حيث نقدر المعلمتين a و b وفق العلاقة التالية:

$$\hat{b} = \frac{\sum (cvs_i - \overline{cvs})(t - \bar{t})}{\sum (t - \bar{t})^2}$$

$$\hat{a} = \overline{cvs} - \hat{b}\bar{t}$$

لتقدير المعلمتين نستعين بالجدول التالي:

تمرين إضافي..... مقياس تحليل السلاسل الزمنية..... سنة أولى نقدي وبنكي 2023

$(t - \bar{t})^2$	$(cvs_i - \overline{cvs})(t - \bar{t})$	$t - \bar{t}$	$cvs_i - \overline{cvs}$	t (زمن)	\overline{cvs}
16	6	-4	-1,5	1	2,5
9	-1,5	-3	0,5	2	3
4	-5	-2	2,5	3	3,5
1	2	-1	-2	4	3,5
0	0	0	0	5	4
1	2	1	2	6	4,5
4	-5	2	-2,5	7	4,5
9	-1,5	3	-0,5	8	5
16	6	4	1,5	9	5,5
60	3	المجموع	المتوسط	5	4

$$\hat{b} = \frac{\sum (cvs_i - \overline{cvs})(t - \bar{t})}{\sum (t - \bar{t})^2} = \frac{3}{60} \Leftrightarrow \hat{b} = 0.05$$

$$\hat{a} = \overline{cvs} - b\bar{t} = 4 - (0.05)5 \Leftrightarrow \hat{a} = 3.75$$

$$\widehat{cvs}_t = a + bt \Leftrightarrow \widehat{cvs}_t = 3.75 + 0.05t$$

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

القيمة التنبؤية للفصل i = (معادلة الاتجاه العام للسلسلة المصححة من أثر الموسمية i) + (قيمة الموسمية i)

$$\widehat{cvs}_t = (3.75 + 0.05t) + S_i$$

كيفية التنبؤ

المعادلة

في

بالتعويض

نقوم

$$\widehat{cvs}_t = (3.75 + 0.05t) + S_i \text{ بقيم } t \text{ و } S \text{ المناسبة كما يلي:}$$

الزمن t	s الموسمية	التعويض في	القيمة التنبؤ
10	-1,5	$\widehat{cvs}_t = (3.75 + 0.05(10)) + (-1.5)$	7,25
11	0	$\widehat{cvs}_t = (3.75 + 0.05(11)) + 0$	9,25
12	1,5	$\widehat{cvs}_t = (3.75 + 0.05(12)) + 1.5$	11,25



 حل التمرين
الإضافي

تحليل السلاسل
الزمنية

