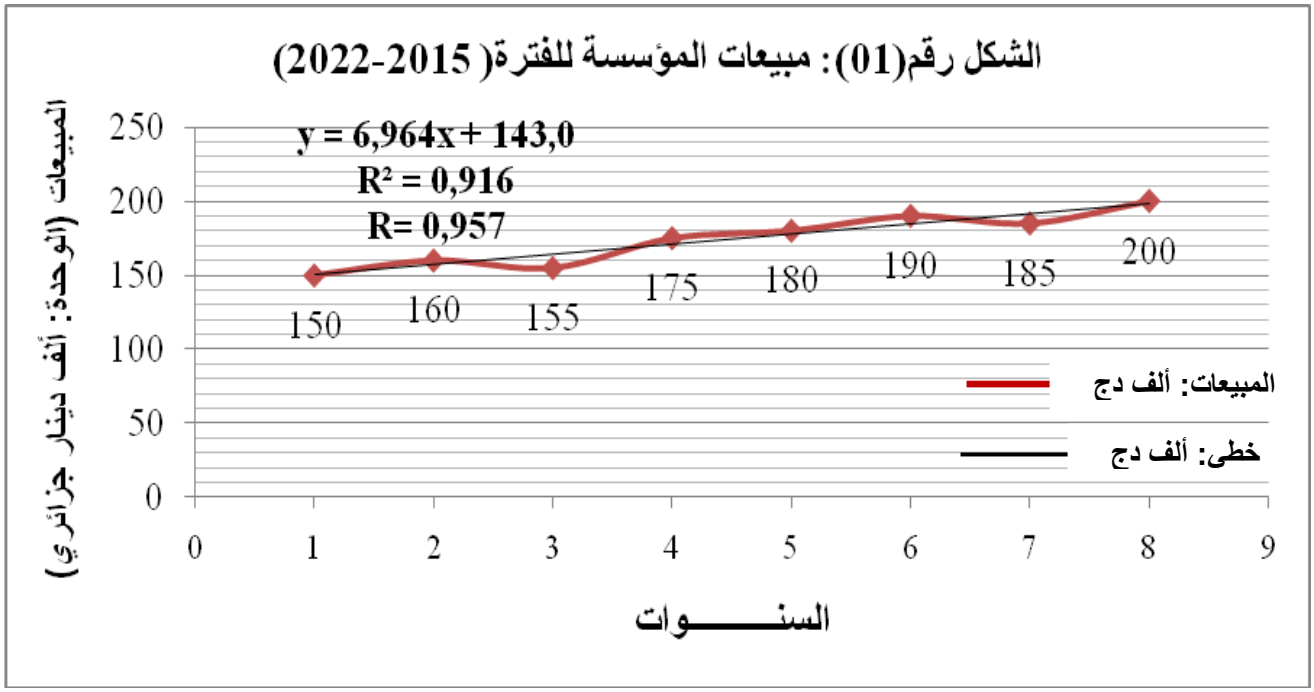
حل سلسلة التمارين رقم (1) حول التنبؤ بالمبيعات

حل التمرين الأول:

من أجل التنبؤ بالمبيعات لسنة 2023 و2024 بالطريقة البيانية، يتم رسم منحنى تطور المبيعات بدلالة الزمن، رسم خط الانحدار y=a + bx باستخدام برنامج Exel،



من الشكل يظهر لنا خط الانحدار، وميله موجب 6,964، وهو ما يعني أن المبيعات متزايدة، ومنه مبيعات المؤسسة لسنة 2023 ستكون أكبر من مبيعات سنة 2022، ومبيعات سنة 2023 سكون أكبر من مبيعات 2024، ويمكن تحديد المبيعات لسنتي 2023 بيانيا من خلال تحديد سنتي 2023 على محور الفواصل، ويقابلها x= 9 لسنة 2023، و x=10 لسنة 2024، ثم نعوض قيمتي x في معادلة الانحدار: ŷ= a + bx، حيث باستخدام برنامج Exel نجد:

$$\hat{y}_i = 143,0 + 6,964x_i$$

المبيعات المتوقعة لسنة 2023 (x= 9): $\hat{y}_{2023}$= 143,0 + 6,964(9)= 205,68 × 1000= 205680

المبيعات المتوقعة لسنة 2024 (x= 10): $\hat{y}_{2024}$= 143,0 + 6,964(10)= 212,64 × 1000= 212640

حل التمرين الثاني:

1. التنبؤ بالمبيعات بواسطة طريقة **المتوسطات المتحركة البسيطة** لثلاث سنوات: م م 3

السنوات	المبيعات الفعلية(ألف طن) y_i	المتوسط المتحركة من درجة 3	التنبؤ بالمبيعات(ألف طن) $\hat{y}_i$
2017	07	-	
2018	12	-	
2019	14	11 =3/(14+12+07).	
2020	14	13.33 =3/(14+14+12)	11
2021	18	15.33 =3/(18+14+14)	13.33
2022	19	17 =3/(19+18+14)	15.33
2023	-	-	17

يعتبر المتوسط المتحرك لسنة معينة، هو التنبؤ بالمبيعات للسنة الموالية، ومنه كمية المبيعات المتوقعة للفترة القادمة 2023 هو المتوسط المتحرك م م 3 للسنة 2022، ويساوي 17 × 1000= 17000 طن.

2. التنبؤ بطريقة **المتوسطات المتحركة المرجحة** لـ 3 سنوات، مع إعطاء الفترة الأحدث وزن 0.5، والفترة التي تسبقها 0.3، والفترة الأسبق 0.2:

سنوات	مبيعات فعلية (ألف طن) y_i	المتوسط المتحرك المرجح من درجة 3	تنبؤ بالمبيعات(ألف طن) $\hat{y}_i$
2017	07		-
2018	12		-
2019	14	.12 =(0.5)14+(0.3)12+ (0.2) 07	-
2020	14	13.6 =(0.5) 14 +(0.3)14 +(0.2)12	12
2021	18	16 = (0.5)18+ (0.3)14 +(0.2)14	13.6
2022	19	17.7 =(0.5)19 + (0.3)18 + (0.2)14	16
2023	؟		17.7

نلاحظ ارتفاع في قيمة التنبؤات بكمية المبيعات عند أخذ الأوزان بعين الاعتبار، وهذا لأن مبيعات السنة أحدث كانت ذات كمية أكبر(مبيعات متزايدة)، كما أن السنة الأحدث تأخذ وزن أكبر، مما يؤثر إيجابا على التنبؤ.

إذن كمية المبيعات المتوقعة للفترة القادمة 2023 تساوي 17 × 1000 = 17700 طن.

حل التمرين الثالث:

التنبؤ بالمبيعات لسنة 2021 و2022 بطريقة الانحدار البسيط: عدد السنوات n= 9

سنوات	الزمن x_i	مبيعات y_i	x_iy_i	x_i^2	y_i^2
2012	4-	60	240-	16	3600
2013	3-	62	186-	9	3844
2014	2-	69	138-	4	4761
2015	1-	75	75-	1	5625
2016	0	78	0	0	6084
2017	1	84	84	1	7056
2018	2	90	180	4	8100
2019	3	92	276	9	8464
2020	4	95	380	16	9025
مجموع	$\sum x_i$= 0	$\sum y_i$= 705	$\sum x_iy_i$= 281	$\sum x_i^2$= 60	$\sum y_i^2$=56559

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{0}{9} = 0 \qquad y = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{705}{9} = 78.33$$

$$a = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i . \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = \frac{9(281)-(0)(705)}{9(60)-(0)^2} = 4{,}68 \qquad b = \bar{y} - a\,\bar{x} = 78{,}33 - 4{,}68(0) = 78{,}33$$

إذن معادلة خط الانحدار هي: $\hat{y}_i = ax_i + b \Rightarrow \hat{y}_i = 4{,}68\,x_i + 78{,}33$

التنبؤ بالمبيعات:

حتى يتم استخدام معادلة خط الانحدار في التنبؤ، يجب التأكد من وجود ارتباط قوي بين الزمن والمبيعات، يتم ذلك بحساب معامل الارتباط لـ Pearson

$$r = \frac{\sum x_i y_i - n\,\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\sum x_i^2 - n\,\bar{x}^2}\sqrt{\sum y_i^2 - n\,\bar{y}^2}} \qquad r = \frac{281 - (9\times 0\times 78{,}33}{\sqrt{60 - 9(0)^2}\sqrt{\sum 56559 - (9\times 78.33^2)}} = 0{,}9915$$

معامل ارتباط أكبر من 0.8، يعني ارتباط قوي جدا، وبالتالي يمكن استخدام معادلة الانحدار في التنبؤ بالمبيعات في 2023 و2024.

التنبؤ بالمبيعات لسنتي 2021 (x_i= 5): $\hat{y}_{2021} = 4{,}68(5) + 78{,}33 = 101{,}73$

التنبؤ بالمبيعات لسنتي 2022 (x_i= 6): $\hat{y}_{2022} = 4{,}68(6) + 78{,}33 = 106{,}41$

حل التمرين الرابع:

تقوم طريقة التمهيد أو التليين الأسي البسيط على الصيغة التالية: $\hat{x}_{t+1}=\hat{x}_t + \alpha(x_t - \hat{x}_t)$

حيث: $\hat{x}_{t+1}$ مبيعات متوقعة في الفترة t+1؛ x_t مبيعات فعلية في الفترة t؛ $\hat{x}_t$ مبيعات متوقعة للفترة t، α معامل التمهيد.

السنوات	مبيعات فعلية آلاف	α= 0,1			α= 0,7		
		متوقع $\hat{x}_t$	$x_t - \hat{x}_t$	$(x_t - \hat{x}_t)^2$	متوقع $\hat{x}_t$	$x_t - \hat{x}_t$	$(x_t - \hat{x}_t)^2$
2017	65	معطى 60	5.00	25.00	معطى 60	5.00	25.00
2018	75	60.5	14.5	210.25	63.50	11.50	132.25
2019	85	61.95	23.05	531.30	71.55	13.45	180.90
2020	95	64.26	30.75	945.26	80.97	14.04	196.98
2021	110	67.33	42.67	1820.77	90.79	19.21	369.04
2022	120	71.60	48.40	2342.89	104.24	15.76	248.48
2023	-	76.44	-	-	115.27	-	-
مجموع	-	-	-	5875.47	-	-	1152.65

الحساب في حالة: α = 0,1

2018: 60 +(60 -65) ×0.1 = 60.5

2019: 60.5 +(60.5 -75) × 0.1 =61.95

2020: 61.95 + (61.95 -85) × 0.1 =64.26

2021: 64.26 +(64.26 -95) × 0.1 =67.33

2022: 67.33 + (67.33 -110) × 0.1 =71.60

2023: 71.60 +(71.60 -120) × 0.1= 76.44 وهو التنبؤ بالمبيعات في 2023، مع معامل تمهيد α = 0,1.

الحساب في حالة: α = 0,7

2018: 60 + (60 -65) × 0.7 =63.50

2019: 63.50 +(63.50-75)× 0.7 =71.55

2020: 71.55 + (71.55 -85) × 0.7 = 80.97

2021: 80.97 + (80.97 -95) × 0.7 =90.79

2022: 90.79 + (90.79 -110) × 0.7 =104.24

2023: 104.24 + (104.24 -120) × 0.7= 115.27 وهو التنبؤ بالمبيعات في 2023، مع معامل تمهيد α = 0,7.

ولمعرفة أفضل معامل تمهيد، نلجأ إلى حساب الانحراف المعياري في التنبؤات للحالتين:

حالة α= 0,1

$$\delta_1^2 = \frac{(x_t - \hat{x}_t)^2}{n - N - 1} = \frac{5875{,}47}{7-1-1} = 1175{,}12 \Longrightarrow \delta_1 = 34{,}28$$

حالة α= 0,7

$$\delta_2^2 = \frac{(x_t - \hat{x}_t)^2}{n - N - 1} = \frac{1152{,}65}{7-1-1} = 230{,}43 \Longrightarrow \delta_2 = 15{,}18$$

ومنه نستنتج أن التنبؤ الأفضل يكون باستعمال معامل تمهيد α = 0,7، لأنه يعطي أقل انحراف بين المبيعات الحقيقية والمبيعات التنبؤية.

حل التمرين الخامس:

التنبؤ بالمبيعات الفصلية لسنة 2023 وفق المراحل التالية:

المرحلة الأولى: إيجاد معادلة الاتجاه العام

عدد قيم x_i= 3 سنوات × 4 فصول لكل سنة = 12 قيمة. n= 12، نعطي للفصول x_i قيم 1، 2..... 12

سنوات	الفصول x_i	مبيعات y_i	$y_i\,x_i$	x_i^2
2020	1	320	320	1
	2	325	650	4
	3	250	750	9
	4	380	1520	16
2021	5	400	2000	25
	6	420	2520	36
	7	320	2240	49
	8	480	3840	64
2022	9	440	3960	81
	10	440	4400	100
	11	360	3960	121
	12	560	6720	144
مجموع	78 =	4695	32880	650

إيجاد معادلة الاتجاه: $\hat{y}_i = a\,x_i + b$

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{78}{12} = 6.5 \qquad \bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{4695}{12} = 391{,}25$$

$$a = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i . \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = \frac{12(32880)-(78)(4695)}{12(650)-(78)^2} = 16{,}52$$

$$b = \bar{y} - a\,\bar{x} = 391{,}25 - 16{,}52(6{,}5) = 283.87$$

ومنه: **معادلة الاتجاه:** $\hat{y}_i = 16{,}52\,x_i + 283{,}87$

المرحلة الثانية: حساب القيم الاتجاهية $\hat{y}_i$ والمعاملات الموسمية أو الفصلية I_S (Indices saisonnières)

القيم الاتجاهية هي قيم المبيعات التي تقع على خط الاتجاه، وتحسب من خلال التعويض بقيم x_i في معادلة الاتجاه العام، ثم إيجاد المعاملات الموسمية I_S لكل قيم x_i (i= 1,.....12)، وهذا بقسمة قيمة المبيعات الفعلية y_i على المبيعات الاتجاهية $\hat{y}_i$ المستخرجة من معادلة خط الاتجاه، وهو ما يوضحه الجدول التالي:

سنوات	الفصول x_i	مبيعات y_i	$\hat{y}_i$	$I_S = (y_i/\hat{y}_i)100$
2020	1	320	305,04	104,90
	2	325	319,40	101,75
	3	250	333,77	74,90
	4	380	348,14	109,15
2021	5	400	362,51	110,34
	6	420	376,88	111,44
	7	320	405,61	78,89
	8	480	419,98	114,29
2022	9	440	434,35	101,30
	10	440	448,72	98,06
	11	360	463,09	77,74
	12	560	47745	117,29

المرحلة الثالثة: إيجاد المعاملات الموسمية المتوسطة

وذلك بتطبيق العلاقة:

المعامل الموسمي المتوسط لفصل ما = [مجموع المعاملات الموسمية لهذا الفصل ÷ عدد السنوات 3]

ومنه: المعامل الموسمي المتوسط للفصل الأول= (104.90+110.34+101.30)÷3= 1.0551

المعامل الموسمي المتوسط للفصل الثاني= (101.75+111.44+98.06)÷3= 1.0375

المعامل الموسمي المتوسط للفصل الثالث= (74.90+78.89+77.74) ÷3= 0.7718

المعامل الموسمي المتوسط للفصل الرابع= (109.15+114.29+117.29) ÷ 3 = 1.1358

المرحلة الرابعة: حساب التنبؤات الاتجاهية للمبيعات في كل فصل من فصول 2023 الأربعة:

بما أن رقم الفصل الأول من سنة 2023 في السلسلة الزمنية هو 13، والفصل الثاني هو 14، والفصل الثالث هو 15، والفصل الرابع هو 16. أي نكمل السلسلة الزمنية التي توقفت في الفصل الرابع من سنة 2022 ورقمه 12.

$\hat{y}_{13}$= 16,52 (13) + 283,87 = 498.63

$\hat{y}_{14}$= 16,52 (14) + 283,87 = 512,15

$\hat{y}_{15}$= 16,52 (15) + 283,87 = 531,67

$\hat{y}_{16}$= 16,52 (16) + 283,87= 548,19

المرحلة السادسة والأخيرة: التنبؤ بالمبيعات الفصلية لسنة 2023

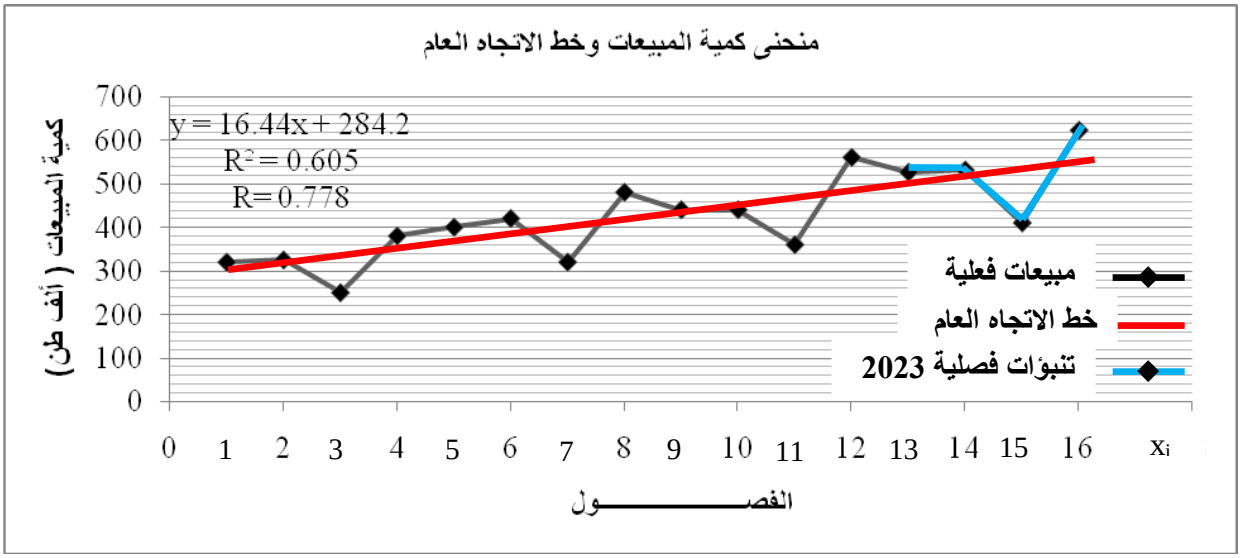
للتنبؤ بمبيعات الفصول الأربعة لسنة 2023، نقوم بتعديل هذه التنبؤات الاتجاهية لكل ثلاثي(لأنها تقع على خط الاتجاه العام)، وذلك باستخدام متوسط المعاملات الموسمية لكل فصل من الفصول الأربعة كما يلي:

y_{13} = 498,63(1,0555)= 526,30

y_{14} = 512,15(1,0375)= 531,35

y_{15} = 531,67(0,7718)= 410,34

y_{16}=548,19(1,1358)= 622,63



ملاحظة هامة(1): قبل التنبؤ بالمبيعات الموسمية لسنة 2023، يجب رسم التمثيل البياني للمبيعات خلال الفصول، وهنا يظهر وجود موسمية على الشكل السابق، حيث تنخفض المبيعات في الفصل الثالث، وترتفع في الفصل الرابع من كل سنة من السنوات الثلاث، مما يدل على وجود تغيرات موسمية، وهنا طريقة الاتجاه العام في التنبؤ تكون غير مناسبة، بل يجب استخدام طريقة المعاملات الموسمية أو الفصلية، وهو ما قمنا بها في حل التمرين.

ملاحظة هامة(2): يمكن حل التمرين بحساب المعاملات الموسمية بطريقة أخرى، وهي بقسمة متوسط المبيعات الموسمية لكل فصل على المتوسط العام، ثم استخدامها في التنبؤ(تم دراسة هذه الطريقة في المحاضرة).

حل التمرين السادس:

1. التنبؤ بالمبيعات لسنة 2023 و2024 بطريقة الانحدار الخطي(المربعات الصغرى):

نبحث عن معادلة الاتجاه العام من الشكل: $\hat{y}_i = ax_i + b$

السنوات	x_i	المبيعات y_i	$x_i y_i$	x_i^2
2019	1	820	820	1
2020	2	840	1680	4
2021	3	895	2685	9
2022	4	921	3684	16
مجموع	10	3476	8869	30

متوسط قيم x_i: $\bar{x} = \sum x_i / n = 10/4 = 2.50$

متوسط قيم y_i: $\bar{y} = \sum y_i / n = 3476/4 = 869$

$$a = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i . \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = \frac{4(8869)-(10)(3476)}{4(30)-(10)^2} = 35,8$$

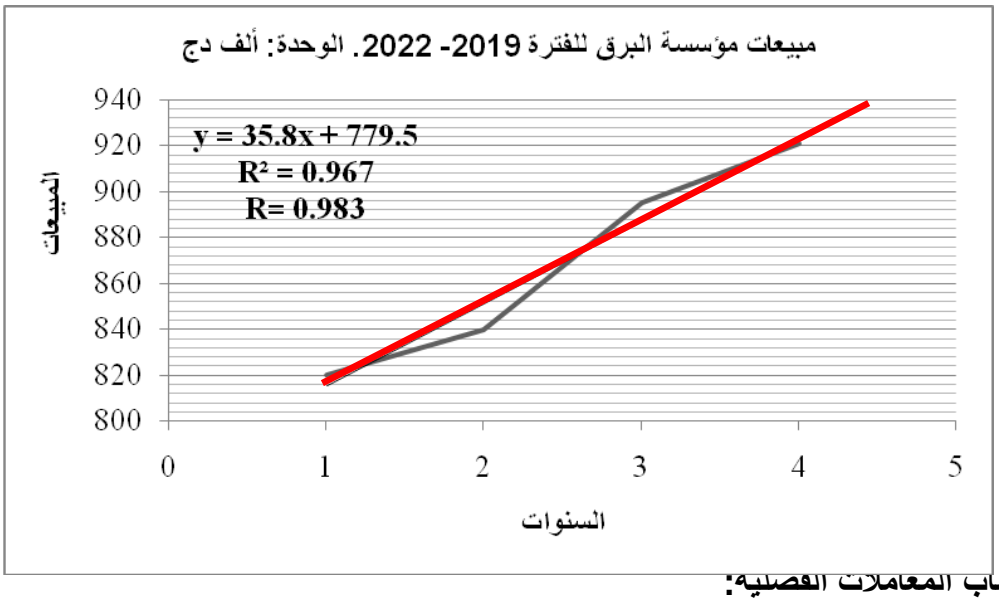
$b = \bar{y} - a\,\bar{x} = 869 - (35,8 \times 2.5) = 779,5$

ومنه: $\hat{y}_i = 35,8\ x + 779,5$

التنبؤ بالمبيعات للسنة 2023 ($x_i = 5$): $y_{2023} = 35,8(5) + 779,5 = 958,5 \times 1000 = 958500$

التنبؤ بالمبيعات للسنة 2024 ($x_i = 6$): $y_{2023} = 35,80(6) + 779,5 = 815,3 \times 1000 = 994300$

يتم التحقق من صحة النتائج من خلال رسم خط الانحدار وإيجاد معادلة بواسطة برنامج Exel كما يلي:



2. حساب المعاملات الفصلية:

السنوات	الثلاثي الأول	الثلاثي الثاني	الثلاثي الثالث	الثلاثي الرابع	السنوي
2019	180	160	260	220	820
2020	190	140	280	230	840
2021	195	157	298	245	895
2022	203	158	303	257	921
المتوسط	192,00	153,75	285,25	238,00	869
معاملات فصلية	0,88	0,71	1,31	1,1	4

المتوسط الفصلي= مجموع مبيعات الفصل i من كل سنة = عدد السنوات.

متوسط الفصل الأول= (180 +190 +195 +203) ÷4 =192.00

متوسط الفصل الثاني= (160 +140 +157 +158) ÷4 =153.75

متوسط الفصل الثالث= (260+ 280+ 298+ 303) ÷ 4= 285.25
متوسط الفصل الرابع= (220+ 230+ 245+ 257) ÷ 4= 230.00

المتوسط العام= مجموع مبيعات السنوات÷ مجموع عدد الفصول

المتوسط العام = (820+ 840+ 895+ 921)÷ 16= 217.25 (لأنه يوجد 16 فصلا في الـ 4 سنوات)

المعامل الفصلي= المتوسط الفصلي ÷ المتوسط العام

المعامل الفصل الأول= 192 ÷217.25= 0.88
المعامل الفصل الثاني= 153.75 ÷ 217.25= 0.71
المعامل الفصلي الثلث= 285.25 ÷ 217.25= 1.31
المعامل الفصلي الرابع= 230 ÷ 217.25 = 1.1.

التحقق: مجموع المعاملات الفصلية= 0.88+ 0.71+ 1.31+ 1.1 = 4 (ونحن لدينا 4 فصول).

3. التعليق والتوصيات

تحليل النشاط الفصلي: نشاط مرتفع في الفصلين الثالث والرابع، ونشاط منخفض في الفصلين الأول والثاني.

التوصيات: - إضفاء الطابع الموسمي على وقت العمل.
- المحافظة على الترويج والإعلان في الفترة مرتفعة النشاط لزيادة وتدعيم المبيعات.
- وضع بعض العمال في حالة عطلة إجبارية في الفترة منخفضة النشاط.
- عمليات تنشيط المبيعات في فترة النشاط المنخفض لتحفيز المبيعات.
- تقديم منتجات غير حساسة للتقلبات الفصلية.

4. التنبؤ بالمبيعات الفصلية لسنتي 2023 و2024:

طريقة المربعات الصغرى: المبيعات المتوقعة: سنة 2023: 958500؛ سنة 2024: 994300

فصول/ تنبؤات	2023	2024
الثلاثي الأول	4/958500 × 0.88 = 210870	4/994300 × 0.88 = 218746
الثلاثي الثاني	4/958500 × 0.71 = 170133	4/994300 × 0.71 = 176488
الثلاثي الثالث	4/958500 × 1.31 = 313909	4/994300 × 1.31 = 325633
الثلاثي الرابع	4/958500 × 1.1 = 263587	4/994300 × 1.1 = 273433
مجموع	958500	994300

حل التمرين السابع:

1. تحديد مدى الموسمية:

يتضح من الجدول وجود موسمية مداها 4، نلاحظ من الجدول أن المبيعات تتزايد في الفصلين الأول والثاني، ثم تتراجع بشكل كبير في الفصل الثالث من كل سنة، ثم تعود إلى التزايد في الفصل الرابع، وتتكرر الظاهرة في كل سنة من السنوات الثلاثة. إذن نستنتج أدن مدى الموسمية أو 4 فترات(أي 4 فصول). إذن كي نتخلص من التقلبات الموسمية نحسب المتوسطات المتحركة من الدرجة الرابعة: م م (4)

2. حساب المتوسطات المتحركة البسيطة م م (4) أو mm(4):

تقوم طريقة المتوسطات المتحركة على تحويل السلسلة الأصلية (y_i (i= 1, 2 .....n، إلى سلسلة جديدة(محولة) متكونة من متوسطات، ويرمز لها بـ MM(k) عبر الخطوات التالية:

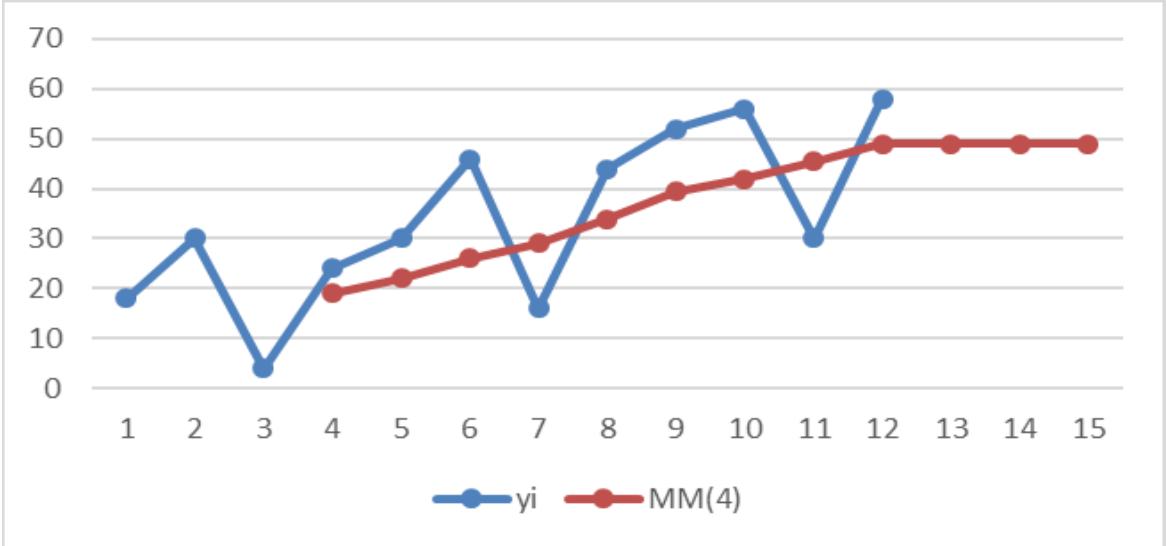
الخطوة الأولى: نحدد درجة المتوسطات المتحركة؛

الخطوة الثانية: نحسب متوسط القيم من القيمة الأولى إلى القيمة ذات الترتيب k، ثم متوسط القيم ذات الترتيب من 2 إلى (k+1)، وهكذا إلى آخر السلسلة، الانتقال أو التحرك يكون دائما بمفردة واحدة، يسمى k درجة المتوسطات المتحركة، ويختاره المحلل حسب درجة التمهيد التي يريدها، ويجعل عادة معادلا لمدى الموسمية إن وجدت، أي (k=4) في هذا التمرين.

الفترات x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
المبيعات y_i	18	30	4	24	30	46	16	44	52	56	30	58	-	-	-
mm(4)	-	-	-	19	22	26	29	34	39,5	42	45,5	49	49	49	49

3. التمثيل البياني للمبيعات الفعلية والمتوسطات المتحركة م م (3) moyenne **m**obile

في التمثيل البياني التالي: المبيعات الفعلية y_i باللون الأزرق، والمتوسطات المتحركة من الدرجة 4، يرمز لها بـ mm(4) باللون الأحمر.



4. التعليق:

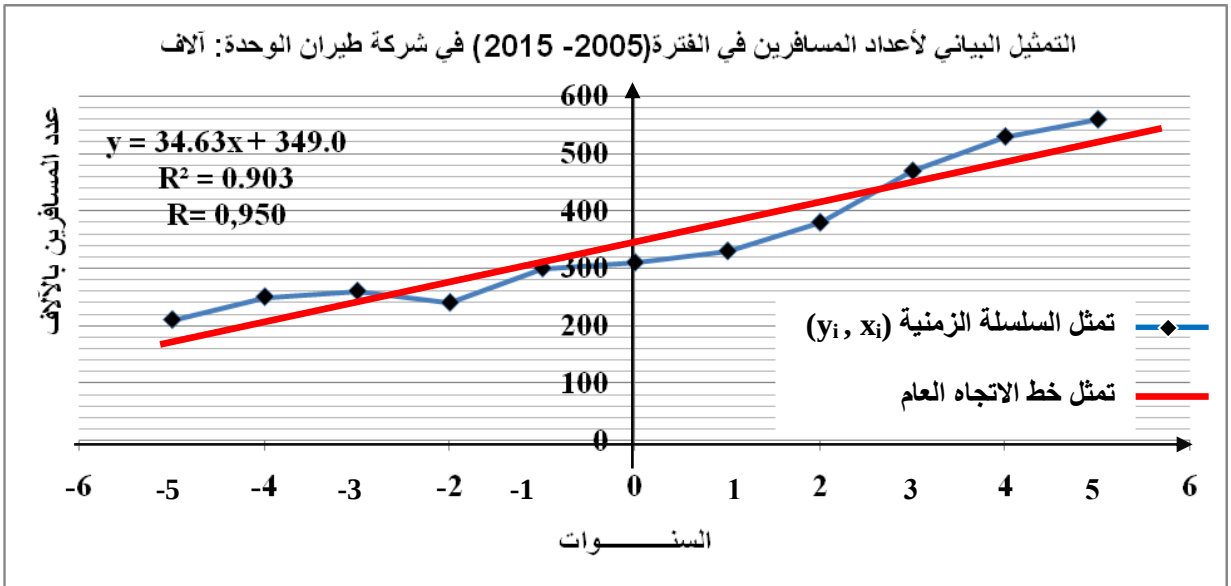
نلاحظ أن التمثيل البياني للمتوسطات المتحركة م م (4) أكثر تمهيدا (أقرب للخط المستقيم) من التمثيل البياني للمبيعات الفعلية، وكقاعدة عامة:

- كلما كان k كبيرا كان التمهيد الناتج أشد، أي أن المضلع الناتج يكون أقرب إلى الخط المستقيم، مما يعطي توضيحا أكبر للتوجه العام وطمسا للتقلبات في السلسلة الأصلية والقيم المتطرفة؛
- كلما كان k صغيرا، جاء المضلع الذي يمثل المتوسطات المتحركة أقرب إلى مضلع السلسلة الأصلية، وبالتالي أقل إظهارا للتوجه العام.

وبما أن السلسلة الممهدة عن طريق المتوسطات المتحركة أكثر قدرة على التنبؤ، لأن التمهيد يجعلها أقرب إلى خط مستقيم، لذا يمكن استنتاج أن المبيعات الفصلية لسنة 2023 يساوي المتوسط المتحرك من الدرجة الرابعة للقيم الفعلية الأخيرة= 49.

التمرين الثامن :

1. رسم السلسلة الزمنية لأعداد المسافرين:



التمثيل البياني لأعداد المسافرين في الفترة(2005- 2015) في شركة طيران الوحدة: آلاف

2. النموذج الملائم للسلسلة الزمنية:

واضح من الشكل أن أعداد المسافرين (النقاط السوداء على الرسم) ذات اتجاه عام خطي، حيث هناك ارتباط خطي بين الزمن وعدد المسافرين، فيتزايد عدد المسافرين y_i بشكل عام بتزايد الزمن x_i .

وبالتالي فالنموذج الملائم للسلسلة الزمنية لأعداد المسافرين هي معادلة الانحدار الخطي البسيط ذو المعادلة:

$$\hat{y}_i = ax_i + b$$

حيث: x_i الفترات؛ $i= 1,....12$ عدد الفترات $n= 11$ عدد فردي؛

$\hat{y}_i$ القيم الاتجاهية(عدد المسافرين على خط الانحدار)؛

a معامل الانحدار؛ b ثابت التقاطع مع محور التراتيب عندما يكون: $x_i = 0$

3. إيجاد معادلة خط الانحدار: $\sum x_i^2= 60 \sum x_i y_i= 281 \sum y_i= 705 \sum x_i= 0$

x_i الفترات؛ $i= 1,....12$ عدد الفترات $n= 11$ عدد فردي، ولتسهيل الحسابات نعطي للسنة الوسطى 2010 قيمة 0، والسنوات التي قبلها تأخذ القيم -1، -2، .... -5؛ والسنوات التي بعدها تأخذ القيم +1، +2،.... +5، ولو أننا أعطينا لـ x_i القيم 1، 2، 3 .... 11، فذا لا يؤثر على حل التمرين والتنبؤات.

سنوات	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	مجموع
x_i	5-	4-	3-	2-	1-	0	1	2	3	4	5	0
المسافرين y_i	210	250	260	240	300	310	330	380	470	530	560	3840
$x_i y_i$	1050-	1000-	780	480-	300-	0	330	760	1410	2120	2800	3810
x_i^2	25	16	9	4	1	0	1	4	9	16	25	110

$$a = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i . \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = \frac{11(3810)-(0)(3840)}{11(110)-(0)^2} = \frac{3810}{110} = 34.63$$

$$b= \bar{y}- a\,\bar{x}= 349,09 - 34,63(0)= 349,09$$

ومنه معادلة الاتجاه العام: $\hat{y}_i= 34,63\ x_i + 349,09$ وهي مماثلة للمعادلة التي يعطيها برنامج Exel الموضح على الرسم السابق.

4. القيم الاتجاهية المناظرة للقيم السابقة في الجدول:

المقصود هو حساب عدد المسافرين وفق معادلة خط الاتجاه العام(قيم تنبؤية) للسنوات 2005، .... 2015، وهنا x_i يأخذ القيم -5، -4، -3، -2، -1، 0، 1، 2، 3، 4، 5: نعوض هذه القيم في معادلة الاتجاه العام ونحسب:

سنوات	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
x_i	5-	4-	3-	2-	1-	0	1	2	3	4	5
مقربة $\hat{y}_i$	176	210	245	280	314	350	384	418	453	488	522

5. التنبؤ بعدد المسافرين لسنة 2016:

يقابل سنة 2016 قيمة 6 لـ x_i ، ومنه: $y_{2016}= y(6) = 34,63(6) + 349,09= 557$

يتم دائما تقريب عدد المسافرين لعدد صحيح.