أهداف الحصة 5: عزل مركبات السلسلة الزمنية

1- فهم بنية السلسلة الزمنية

2- تحليل الاتجاه والتغيرات المنتظمة

3- تحسين دقة التحليل والتنبؤ

4- دعم المقارنة واتخاذ القرار

حصة 5: أعمال موجهة حول **عزل مركبات السلسلة الزمنية**

تمرين 1: أسئلة حول تفكيك السلسلة الزمنية

س1: ما المقصود بتفكيك السلسلة الزمنية (Decomposition) ؟

س2: ما هو الهدف من عزل مركبات السلسلة الزمنية؟

اختر الجواب الصحيح:

أ) فهم مكونات السلسلة

ب) التنبؤ بالقيم المستقبلية

ج) تحليل كل مكون على حدة

د) جميع ما سبق

س3: ما هي الخطوات العامة لتفكيك سلسلة زمنية فصلية وفق نموذج جدائي؟

س4: لماذا يُعدّ تفكيك السلسلة مفيداً في التنبؤ؟

س5: هل يتم عزل مركبات السلسلة الزمنية قبل أو بعد التنبؤ؟

اختر الجواب الصحيح:

أ) قبل

ب) بعد

تمرين 2: جدول بيانات بسيط وتحليل أولي

يمثّل الجدول التالي مبيعات فصلية (بالوحدات) لمؤسسة ما خلال ثلاث سنوات:

السنة	الربع 1	الربع 2	الربع 3	الربع 4
2022	80	130	250	140
2023	120	155	295	135
2024	115	185	320	170

المطلوب:

1. ارسم السلسلة بيانيًا يُطلب من الطالب ذلك في برنامج مثل (Excel) وعلّق على وجود اتجاه وموسمية من خلال الشكل.
2. احسب المتوسط السنوي لكل سنة، ثم علّق على نوع الاتجاه العام.
3. من خلال المقارنة بين الفصول (نفس الربع عبر السنوات)، هل تلاحظ نمطًا موسميًا؟ صف هذا النمط بدقّة.

تمرين 3: افترض أن لديك سلسلة شهرية لمبيعات منتج غذائي، وتريد تطبيق نموذج جدائي لتفكيكها إلى: اتجاه، موسمية، عشوائية.

المطلوب:

1. اذكر الخطوات النظرية لتفكيك هذه السلسلة (من دون الدخول في تفاصيل حسابية).
2. بيّن الهدف من الحصول على سلسلة معدَّلة موسمياً (Seasonally Adjusted Series) وكيف يمكن استخدامها في التنبؤ واتخاذ القرار.

3. إذا اكتشفت أن الموسمية ضعيفة جدًا، هل من الضروري الإبقاء على مكوّن موسمي في النموذج؟ علّل إجابتك.

تمرين 4 : باستخدام معطيات التمرين 5 للحصة 3 قم بعزل مركبات سلسلة المبيعات.

تصحيح تمارين الحصة 5: تفكيك السلسلة الزمنية

ج1: معنى تفكيك السلسلة الزمنية

- تفكيك السلسلة الزمنية هو تمثيل Y_t كمزيج من مكوّنات أساسية (اتجاه، موسمية، دورية، عشوائية) وفق نموذج تجميعي أو جدائي من أجل دراستها كلٌّ على حدة.

ج2: هدف عزل مركّبات السلسلة

- الهدف من عزل المركّبات هو فصل تأثير كل مكوّن (الاتجاه، الموسمية، إلخ) لفهم سلوك السلسلة بدقة، وبناء نماذج تنبؤ أفضل وأكثر تفسيراً.
- الاختيار الصحيح هو د) جميع ما سبق لأن العزل يسمح بفهم المكوّنات، وتحليل كل مكوّن، واستخدامها في التنبؤ بالقيم المستقبلية.

ج3: خطوات تفكيك سلسلة فصلية وفق نموذج جدائي

بصيغة عامة $Y_t = T_t \times S_t \times E_t$:

1. تقدير الاتجاه T_t) مثلاً بمتوسطات متحركة أو انحدار على الزمن.(
2. حساب نسب Y_t/T_t للحصول على سلسلة تحتوي على الموسمية والعشوائية.
3. تجميع النِّسب حسب الفصول وأخذ متوسط لكل فصل للحصول على المؤشرات الموسمية، ثم تطبيعها ليكون متوسطها 1.
4. حساب المركّب العشوائي E_t بقسمة Y_t على حاصل ضرب T_t في S_t.

ج4: فائدة التفكيك في التنبؤ

- التفكيك يسمح بنمذجة كل مكوّن (اتجاه، موسمية...) ثم تركيبها لاحقاً لبناء تنبؤات تعكس الأنماط النظامية بدلاً من الضوضاء فقط.

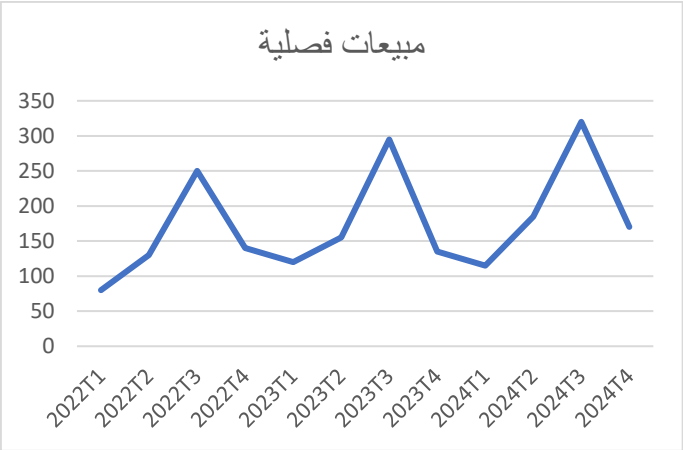
- كما يتيح الحصول على سلسلة معدَّلة موسمياً تستخدم لتقدير الاتجاه الحقيقي ومقارنة الفترات من دون تأثير التقلبات الموسمية.

ج5: عزل المركّبات قبل أم بعد التنبؤ؟

- في التفكيك الكلاسيكي يتم أولاً تقدير وعزل المكوّنات من البيانات التاريخية، ثم تُستخدم هذه التقديرات في بناء التنبؤات المستقبلية.
- لذلك الجواب الصحيح هو أ) قبل.

تمرين 2: السلسلة الفصلية البسيطة

1. التعليق على الرسم



- برسم قيم المبيعات بدلالة الزمن يُلاحظ أن القيم ترتفع من سنة لأخرى في كل الفصول تقريباً، ما يشير إلى اتجاه تصاعدي عام في المبيعات.
- كما يظهر نمط متكرر داخل كل سنة: الربع 3 أكبر من باقي الأرباع، والربع 1 أصغر، وهذا يدل على وجود موسمية فصلية منتظمة.

2. المتوسط السنوي ونوع الاتجاه

السنة	الربع 1	الربع 2	الربع 3	الربع 4	المتوسط السنوي
2022	80	130	250	140	150
2023	120	155	295	135	176,25
2024	115	185	320	170	197,5

- بما أن المتوسط يرتفع سنة بعد أخرى وبشكل قريب من خط مستقيم تقريباً، فيمكن وصف الاتجاه بأنه اتجاه تصاعدي خطّي تقريباً.

3. النمط الموسمي بين الفصول

- مقارنة نفس الربع عبر السنوات تُظهر أن الربع 3 هو الأعلى دائماً (250، 295، 320)، يليه غالباً الربع 2 أو 4، بينما يبقى الربع 1 هو الأدنى.
- إذن يوجد نمط موسمي واضح: المبيعات ضعيفة في بداية السنة (الربع 1) ثم ترتفع تدريجياً لتبلغ ذروتها في الربع 3، مع انخفاض طفيف في الربع 4.

تمرين 3: سلسلة شهرية ونموذج جدائي

1. الخطوات النظرية للتفكيك الشهري (نموذج جدائي)

- تقدير الاتجاه الشهري T_t باستخدام متوسطات متحركة بطول 12 أو نموذج انحدار مناسب.
- حساب السلسلة المنزوعة من الاتجاه Y_t/T_t للحصول على مزيج موسمية + عشوائية.
- تجميع هذه النِّسب حسب الشهر (يناير، فبراير...)، وحساب المتوسط لكل شهر، ثم تطبيع هذه المتوسطات للحصول على المؤشرات الموسمية S_t.
- حساب المكوّن العشوائي E_t من العلاقة $E_t = Y_t/(T_t \times S_t)$ وتحليل خصائصه إن لزم.

2. هدف السلسلة المعدَّلة موسمياً واستخدامها

الفصل الأول: أسئلة و تمارين حول مفاهيم عامة عن تحليل السلاسل الزمنية

- السلسلة المعدَّلة موسمياً تُحصل عادة بقسمة Y_t على S_t في النموذج الجدائي، فتزيل أثر الموسمية وتُظهر الاتجاه والتقلبات غير الموسمية فقط.
- تستخدم في:
  - تقدير وتفسير الاتجاه الحقيقي في المبيعات أو الإنتاج.
  - مقارنة مستويات مختلفة من الزمن من دون تأثير موسمي.
  - إدخالها في نماذج تنبؤ) انحدار، (...ARIMAثم بعد التنبؤ يُعاد ضرب القيم المتنبَّأ بها في المؤشرات الموسمية لإرجاع الموسمية.

3. ضعف الموسمية: هل نحتفظ بالمكوّن الموسمي؟

- إذا أظهرت الاختبارات والرسم أن الموسمية ضعيفة جداً وغير ذات دلالة (مثلاً مؤشرات قريبة جداً من 1 واختبار F غير معنوي)، يمكن تبسيط النموذج بحذف المكوّن الموسمي.
- إزالة مكوّن غير مهم يقلّل عدد المعاملات ويجعل النموذج أكثر استقراراً وأبسط في التفسير، ما دام الأداء التنبؤي لا يتدهور بشكل ملحوظ

تمرين 4:

السلسلة تتأثر بالاتجاه العام، وبالتالي نقوم بتقدير الاتجاه العام $\widehat{T}_t$ باستخدام طريقة المربعات الصغرى.

$$\hat{T}_t = \hat{a} * t + \hat{b}$$

$$\hat{a} = \frac{\sum_1^n (y_t - \bar{y}) * (t_t - \bar{t})}{\sum_1^n (t_t - \bar{t})^2}$$

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

	y_t	t	$Y_t - \bar{Y}$	$t - \bar{t}$	$(t - \bar{t})^2$
2019T1	148	0	-288,38	-11,5	132,25
2019T2	192	1	-244,38	-10,5	110,25
2019T3	230	2	-206,38	-9,5	90,25
2019T4	550	3	113,62	-8,5	72,25
2020T1	200	4	-236,38	-7,5	56,25
2020T2	255	5	-181,38	-6,5	42,25
2020T3	280	6	-156,38	-5,5	30,25
2020T4	600	7	163,62	-4,5	20,25
2021T1	318	8	-118,38	-3,5	12,25
2021T2	310	9	-126,38	-2,5	6,25
2021T3	330	10	-106,38	-1,5	2,25
2021T4	700	11	263,62	-0,5	0,25
2022T1	340	12	-96,38	0,5	0,25
2022T2	355	13	-81,38	1,5	2,25
2022T3	350	14	-86,38	2,5	6,25
2022T4	800	15	363,62	3,5	12,25
2023T1	365	16	-71,38	4,5	20,25
2023T2	370	17	-66,38	5,5	30,25
2023T3	380	18	-56,38	6,5	42,25
2023T4	1100	19	663,62	7,5	56,25
2024T1	375	20	-61,38	8,5	72,25
2024T2	395	21	-41,38	9,5	90,25
2024T3	400	22	-36,38	10,5	110,25
2024T4	1130	23	693,62	11,5	132,25
	$\bar{y}$ =436,38	$\bar{t}$ =11,5		$\sum_{0}^{23}(t-11{,}5)^2 = 1150$	

$$\hat{a} = 19{,}31 \text{ و } \hat{b} = 214{,}32$$

$$\hat{T}_t = 19{,}31t + 214{,}32$$

$(Y_t - \bar{Y})(t - \bar{t})$	$\hat{T}_t = 19{,}31t + 214{,}32$	$\frac{y_t}{\hat{T}_t}$	S_t	CVS
3316,37	214,32	0,69	0,72	205,41
2565,99	233,63	0,82	0,75	254,70
1960,61	252,94	0,91	0,77	300,55
-965,77	272,25	2,02	1,76	312,10

1772,85	291,56	0,69	0,72	277,78
1178,97	310,87	0,82	0,75	340,00
860,09	330,18	0,85	0,77	363,64
-736,29	349,49	1,72	1,76	340,91
414,33	368,8	0,86	0,72	441,67
315,95	388,11	0,80	0,75	413,33
159,57	407,42	0,81	0,77	428,57
-131,81	426,73	1,64	1,76	397,73
-48,19	446,04	0,76	0,72	472,22
-122,07	465,35	0,76	0,75	473,33
-215,95	484,66	0,72	0,77	454,55
1272,67	503,97	1,59	1,76	454,55
-321,21	523,28	0,70	0,72	506,94
-365,09	542,59	0,68	0,75	493,33
-366,47	561,9	0,68	0,77	493,51
4977,15	581,21	1,89	1,76	625,00
-521,73	600,52	0,62	0,72	520,83
-393,11	619,83	0,64	0,75	526,67
-381,99	639,14	0,63	0,77	519,48
7976,63	658,45	1,72	1,76	642,05
22201,5				