سلسلة تمارين في التحليل العنقودي:

تمرين 1:

لنفترض لدينا بيانات عملاء بـ **العمر** و**الإنفاق**:

العميل	العمر	الإنفاق
1	25	100
2	30	150
3	40	250
4	50	300

- **الخطوة 1**: اختر K=2 ، وليكن المركزيْن الابتدائييْن هما العميل 1: (25, 100) ، والعميل 4: (50, 300).
- **الخطوة 2**: احسب المسافات:
  - المسافة بين العميل 2 والمركز 1:

$$d = \sqrt{(30-25)^2 + (150-100)^2} = \sqrt{25 + 2500} = 50.25$$

  - المسافة بين العميل 2 والمركز 4:

$$d = \sqrt{(30-50)^2 + (150-300)^2} = \sqrt{400 + 22500} = 151.32$$

  1 ← يُعين العميل 2 إلى العنقود 1.
- **الخطوة 3**: حدث المراكز:
  - العنقود 1: العملاء 1, 2 ← المركز الجديد (27.5, 125) = ((25+30)/2, (100+150)/2).
  - العنقود 2: العملاء 3, 4 ← المركز الجديد (45, 275) = ((40+50)/2, (250+300)/2).

التطبيقات العملية

- **في التسويق**:
  - تصميم حملات إعلانية موجهة بناءً على العناقيد (مثال: عروض لزيادة ولاء العملاء في العنقود ذي الإنفاق المنخفض).
- **في التحليل المالي**:
  - تصنيف العملاء حسب المخاطر (مثال: العملاء الذين يقدمون مطالبات تأمينية متكررة).

الخلاصة:

التحليل العنقودي يعتمد على تكرار خطوات حساب المسافات وتحديث المراكز حتى الوصول إلى أفضل تجانس داخلي للعناقيد، مع الانتباه إلى التحديات مثل اختيار K وتوحيد البيانات.

تمرين 2

لنفترض أن لدينا بيانات **8 عملاء** لمتجر إلكتروني، تتضمن العمر والإنفاق الشهري (بالدولار)، كما في الجدول التالي:

العميل معرف	العمر	الإنفاق الشهري ($)

العميل معرف	العمر	الإنفاق ($) الشهري
1	25	100
2	30	150
3	35	200
4	40	250
5	45	300
6	50	350
7	55	400
8	60	450

الهدف :تقسيم العملاء إلى مجموعتين (K=2) بناءً على تشابه العمر والإنفاق، إذا كان المركزين الابتدائيين هما العميل 1 والعميل 5.

الخطوة 1: اختيار المراكز الأولية(Centroids)

نختار عشوائيًا عميلين كمركزين ابتدائيين للعناقيد:

- **المركز الأول** :العميل 1 (العمر25 = ، الإنفاق.(100 =
- **المركز الثاني** :العميل 5 (العمر45 = ، الإنفاق.(300 =

الخطوة 2: حساب المسافة الإقليدية بين كل عميل والمراكز

المسافة الإقليدية تُحسب بالقانون:

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

جدول المسافات من كل عميل إلى المركز الأول:(25, 100)

العميل	العمر	الإنفاق	(25,100) إلى المسافة
1	25	100	0.00
2	30	150	50.25
3	35	200	103.08
4	40	250	158.11
5	45	300	212.13
6	50	350	269.26
7	55	400	327.08
8	60	450	386.01

جدول المسافات من كل عميل إلى المركز الثاني:(45, 300)

العميل	العمر	الإنفاق	(45,300) إلى المسافة
1	25	100	223.61
2	30	150	180.28
3	35	200	134.54
4	40	250	89.44
5	45	300	0.00
6	50	350	50.99
7	55	400	111.80
8	60	450	170.00

الخطوة :3 تعيين العملاء إلى أقرب مركز

نُعين كل عميل إلى العنقود الأقرب بناءً على المسافات:

العميل	(المسافة) مركز أقرب	العنقود
1	(25,100) → 0.00	1
2	(25,100) → 50.25	1
3	(25,100) → 103.08	1
4	(45,300) → 89.44	2
5	(45,300) → 0.00	2
6	(45,300) → 50.99	2
7	(45,300) → 111.80	2
8	(45,300) → 170.00	2

النتيجة المؤقتة:

- **العنقود 1:** العملاء 1, 2, 3.
- **العنقود 2:** العملاء 4, 5, 6, 7, 8.

الخطوة :4 تحديث المراكز

نحسب متوسط العمر والإنفاق في كل عنقود:

العنقود :1

- متوسط العمر $= \frac{25+30+35}{3} = 30$:
- متوسط الإنفاق $= \frac{100+150+200}{3} = 150$:
- **المركز الجديد**.(30, 150) :

العنقود :2

- متوسط العمر $= \frac{40+45+50+55+60}{5} = 50$:
- متوسط الإنفاق $= \frac{250+300+350+400+450}{5} = 350$:
- **المركز الجديد**.(50, 350) :

الخطوة 5: إعادة حساب المسافات مع المراكز الجديدة

جدول المسافات إلى المركز: (30, 150)

العميل	(30,150) إلى المسافة
1	50.25
2	0.00
3	50.25
4	103.08
5	158.11
6	212.13
7	269.26
8	327.08

جدول المسافات إلى المركز: (50, 350)

العميل	(50,350) إلى المسافة

العميل	(50,350) إلى المسافة
1	269.26
2	212.13
3	158.11
4	103.08
5	50.99
6	0.00
7	50.99
8	111.80

الخطوة 6: إعادة تعيين العملاء

نُعين العملاء إلى العنقود الأقرب مرة أخرى:

العميل	(المسافة) مركز أقرب	العنقود
1	(30,150) → 50.25	1
2	(30,150) → 0.00	1
3	(30,150) → 50.25	1
4	(50,350) → 103.08	2
5	(50,350) → 50.99	2
6	(50,350) → 0.00	2
7	(50,350) → 50.99	2
8	(50,350) → 111.80	2

النتيجة النهائية:

- **العنقود 1:** العملاء 1, 2, 3 (صغار السن، إنفاق متوسط).
- **العنقود 2:** العملاء 4, 5, 6, 7, 8 (كبار السن، إنفاق عالٍ).

التفسير:

- **العنقود 1:** يمكن استهدافهم بعروض مخفضة لزيادة إنفاقهم.
- **العنقود 2:** يمكن تقديم خدمات مميزة لهم لتعزيز ولائهم.

هذا المثال يوضح كيف يُستخدم التحليل العنقودي لفهم توزيع العملاء واتخاذ قرارات تسويقية مدروسة.

تمرين 3

لنفترض أن لدينا بيانات **8 عملاء** لمطعم، تتضمن **درجة الرضا** (من 1 إلى 10) و**عدد الزيارات الشهرية**، كما في الجدول التالي:

العميل معرف	(1-10) الرضا درجة	الشهرية الزيارات عدد
1	9	8
2	8	9
3	7	5
4	6	8
5	5	4
6	4	2
7	3	3

العميل معرف	(1-10) الرضا درجة	الشهرية الزيارات عدد
8	2	1

الهدف :تقسيم العملاء إلى مجموعتين (K=2) بناءً على تشابه درجة الرضا وعدد الزيارات.

الخطوة 1: اختيار المراكز الأولية(Centroids)

نختار عشوائيًا عميلين كمركزين ابتدائيين للعناقيد:

- **المركز الأول** :العميل 1 (درجة الرضا9 = ، الزيارات.(8 =
- **المركز الثاني** :العميل 8 (درجة الرضا2 = ، الزيارات.(1 =

الخطوة 2: حساب المسافة الإقليدية بين كل عميل والمراكز

المسافة الإقليدية تُحسب بالقانون:

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

جدول المسافات من كل عميل إلى المركز الأول:(9, 8)

العميل	الرضا درجة	الزيارات	(9,8) إلى المسافة
1	9	8	0.00
2	8	9	1.41
3	7	5	4.47
4	6	8	3.16
5	5	4	5.66
6	4	2	7.81
7	3	3	7.81
8	2	1	9.89

جدول المسافات من كل عميل إلى المركز الثاني:(1 ,2)

العميل	الرضا درجة	الزيارات	(2,1) إلى المسافة
1	9	8	9.89
2	8	9	10.63
3	7	5	6.71
4	6	8	9.22
5	5	4	4.24
6	4	2	2.24
7	3	3	2.83
8	2	1	0.00

الخطوة 3: تعيين العملاء إلى أقرب مركز

نُعين كل عميل إلى العنقود الأقرب بناءً على المسافات:

العميل	(المسافة) مركز أقرب	العنقود
1	(9,8) → 0.00	1
2	(9,8) → 1.41	1
3	(9,8) → 4.47	1
4	(9,8) → 3.16	1
5	(2,1) → 4.24	2
6	(2,1) → 2.24	2

العميل	(المسافة) مركز أقرب	العنقود
7	$(2,1) \rightarrow 2.83$	2
8	$(2,1) \rightarrow 0.00$	2

النتيجة المؤقتة:

- **العنقود :1** العملاء.4 ,3 ,2 ,1
- **العنقود :2** العملاء.8 ,7 ,6 ,5

الخطوة :4 تحديث المراكز

نحسب متوسط درجة الرضا والزيارات في كل عنقود:

العنقود :1

- متوسط الرضا$7.5 = \frac{9+8+7+6}{4}$:
- متوسط الزيارات$7.5 = \frac{8+9+5+8}{4}$:
- **المركز الجديد**.(7.5, 7.5) :

العنقود :2

- متوسط الرضا$3.5 = \frac{5+4+3+2}{4}$:
- متوسط الزيارات$2.5 = \frac{4+2+3+1}{4}$:
- **المركز الجديد**.(3.5, 2.5) :

الخطوة :5 إعادة حساب المسافات مع المراكز الجديدة

جدول المسافات إلى المركز: (7.5, 7.5)

العميل	(7.5,7.5) إلى المسافة
1	1.58
2	1.58
3	3.54
4	2.55
5	5.59
6	7.50
7	7.50
8	9.50

جدول المسافات إلى المركز: (3.5, 2.5)

العميل	(3.5,2.5) إلى المسافة
1	9.50
2	9.50
3	4.74
4	7.50
5	2.55
6	1.58
7	1.58
8	2.55

الخطوة :6 إعادة تعيين العملاء
نُعين العملاء إلى العنقود الأقرب مرة أخرى:

العميل	مركز أقرب (المسافة)	العنقود
1	(7.5,7.5) → 1.58	1
2	(7.5,7.5) → 1.58	1
3	(7.5,7.5) → 3.54	1
4	(7.5,7.5) → 2.55	1
5	(3.5,2.5) → 2.55	2
6	(3.5,2.5) → 1.58	2
7	(3.5,2.5) → 1.58	2
8	(3.5,2.5) → 2.55	2

النتيجة النهائية:

- **العنقود :1** العملاء 1, 2, 3, 4 (عملاء ذوو رضا عالٍ وزيارات متكررة).
- **العنقود :2** العملاء 5, 6, 7, 8 (عملاء ذوو رضا منخفض وزيارات قليلة).

التفسير:

- **العنقود :1** يمكن استهدافهم ببرامج ولاء (مثل خصومات حصرية) لتعزيز استمرارية تفاعلهم.
- **العنقود :2** يحتاجون إلى تحسين تجربتهم عبر عروض ترويجية أو تحسين جودة الخدمة لزيادة رضاهم.

هذا المثال يوضح كيف يُستخدم التحليل العنقودي لفهم تفاوت ولاء العملاء وتصميم استراتيجيات مُخصصة .

تمرين 4

لنفترض أن لدينا بيانات **8 عملاء** لمتجر تجزئة، تتضمن **متوسط الإنفاق الشهري (بالدولار)** و**عدد عمليات الشراء الشهرية**، كما في الجدول التالي:

العميل معرف	(دولار) الإنفاق متوسط	الشهرية الشراءات عدد
1	50	2
2	100	3
3	150	5
4	200	7

العميل معرف	(دولار) الإنفاق متوسط	الشهرية الشراءات عدد
5	250	10
6	300	12
7	350	15
8	400	20

الهدف :تقسيم العملاء إلى مجموعتين (K=2) بناءً على تشابه الإنفاق وعدد الشراءات.

الخطوة 1: اختيار المراكز الأولية(Centroids)

نختار عشوائيًا عميلين كمركزين ابتدائيين للعناقيد:

- **المركز الأول** :العميل 3 (الإنفاق150 = ، الشراءات.(5 =
- **المركز الثاني** :العميل 6 (الإنفاق300 = ، الشراءات.(12 =

الخطوة 2: حساب المسافة الإقليدية بين كل عميل والمراكز

المسافة الإقليدية تُحسب بالقانون:

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

جدول المسافات من كل عميل إلى المركز الأول:(150, 5)

العميل	الإنفاق	الشراءات	(150,5) إلى المسافة
1	50	2	100.05
2	100	3	50.04
3	150	5	0.00
4	200	7	50.04
5	250	10	100.05
6	300	12	150.07
7	350	15	200.09
8	400	20	250.12

جدول المسافات من كل عميل إلى المركز الثاني:(300, 12)

العميل	الإنفاق	الشراءات	(300,12) إلى المسافة
1	50	2	250.12
2	100	3	200.09
3	150	5	150.07
4	200	7	100.05
5	250	10	50.04
6	300	12	0.00
7	350	15	50.04
8	400	20	100.05

الخطوة 3: تعيين العملاء إلى أقرب مركز

نُعين كل عميل إلى العنقود الأقرب بناءً على المسافات:

العميل	(المسافة) مركز أقرب	العنقود
1	(150,5) → 100.05	1
2	(150,5) → 50.04	1
3	(150,5) → 0.00	1

العميل	(المسافة) مركز أقرب	العنقود
4	(150,5) → 50.04	1
5	(300,12) → 50.04	2
6	(300,12) → 0.00	2
7	(300,12) → 50.04	2
8	(300,12) → 100.05	2

النتيجة المؤقتة:

- **العنقود :1** العملاء 4 ,3 ,2 ,1 (إنفاق منخفض إلى متوسط، شراءات قليلة).
- **العنقود :2** العملاء 8 ,7 ,6 ,5 (إنفاق عالٍ، شراءات متكررة).

الخطوة 4: تحديث المراكز

نحسب متوسط الإنفاق والشراءات في كل عنقود:

العنقود :1

- متوسط الإنفاق$125 = \frac{50+100+150+200}{4}$:
- متوسط الشراءات$4.25 = \frac{2+3+5+7}{4}$:
- **المركز الجديد**.(125, 4.25) :

العنقود :2

- متوسط الإنفاق$325 = \frac{250+300+350+400}{4}$:
- متوسط الشراءات$14.25 = \frac{10+12+15+20}{4}$:
- **المركز الجديد**.(325, 14.25) :

الخطوة 5: إعادة حساب المسافات مع المراكز الجديدة

جدول المسافات إلى المركز: (125, 4.25)

العميل	(125,4.25) إلى المسافة
1	75.03
2	25.02
3	25.02
4	75.03
5	125.04
6	175.05
7	225.06
8	275.07

جدول المسافات إلى المركز: (325, 14.25)

العميل	(325,14.25) إلى المسافة
1	275.07
2	225.06
3	175.05
4	125.04
5	75.03

العميل	إلى المسافة (325,14.25)
6	25.02
7	25.02
8	75.03

الخطوة 6: إعادة تعيين العملاء

نُعين العملاء إلى العنقود الأقرب مرة أخرى:

العميل	(المسافة) مركز أقرب	العنقود
1	(125,4.25) → 75.03	1
2	(125,4.25) → 25.02	1
3	(125,4.25) → 25.02	1
4	(125,4.25) → 75.03	1
5	(325,14.25) → 75.03	2
6	(325,14.25) → 25.02	2
7	(325,14.25) → 25.02	2
8	(325,14.25) → 75.03	2

النتيجة النهائية:

- **العنقود :1** العملاء 4 ,3 ,2 ,1 (عملاء متوسطو الإنفاق، شراءات محدودة).
- **العنقود :2** العملاء 8 ,7 ,6 ,5 (عملاء كبار، إنفاق وشراءات عالية).

التفسير:

- **العنقود :1** يمكن استهدافهم بعروض" اشترِ واحدًا واحصل على الثاني بنصف الثمن "لزيادة تكرار الشراء.
- **العنقود :2** يمكن تقديم خدمة توصيل مجانية أو خصومات حصرية لهم للحفاظ على ولائهم.

هذا المثال يوضح كيف يُستخدم التحليل العنقودي لفهم أنماط الشراء وتصميم حملات تسويقية مُخصصة.

تمرين 5:

لنفترض أن لدينا بيانات **8 عملاء** لمتجر، تتضمن **العمر**، **متوسط الإنفاق الشهري (دولار)**، و**عدد الزيارات الشهرية**، كما في الجدول التالي:

العميل معرف	العمر	(دولار) الإنفاق	الزيارات عدد
1	25	100	2
2	30	150	3
3	35	200	5
4	40	250	7
5	45	300	10
6	50	350	12
7	55	400	15
8	60	450	20

الهدف :تقسيم العملاء إلى مجموعتين (K=2) بناءً على تشابه العمر، الإنفاق، والزيارات.

الخطوة 1: اختيار المراكز الأولية(Centroids)

نختار عشوائيًا عميلين كمركزين ابتدائيين للعناقيد:

- **المركز الأول** :العميل 1 (العمر25 = ، الإنفاق100 = ، الزيارات.(2 =
- **المركز الثاني** :العميل 8 (العمر60 = ، الإنفاق450 = ، الزيارات.(20 =

الخطوة 2: حساب المسافة الإقليدية بين كل عميل والمراكز

المسافة الإقليدية لـ 3 متغيرات تُحسب بالقانون:

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$$

جدول المسافات من كل عميل إلى المركز الأول: (25, 100, 2)

العميل	العمر	الإنفاق	الزيارات	(25,100,2) إلى المسافة
1	25	100	2	0.00
2	30	150	3	50.25
3	35	200	5	103.08
4	40	250	7	158.11
5	45	300	10	212.13
6	50	350	12	269.26
7	55	400	15	327.08
8	60	450	20	386.01

جدول المسافات من كل عميل إلى المركز الثاني: (60, 450, 20)

العميل	العمر	الإنفاق	الزيارات	(60,450,20) إلى المسافة
1	25	100	2	386.01
2	30	150	3	340.07
3	35	200	5	294.13
4	40	250	7	248.20
5	45	300	10	202.25
6	50	350	12	156.29
7	55	400	15	110.45
8	60	450	20	0.00

الخطوة 3: تعيين العملاء إلى أقرب مركز

نُعين كل عميل إلى العنقود الأقرب بناءً على المسافات:

العميل	(المسافة) مركز أقرب	العنقود
1	(25,100,2) → 0.00	1
2	(25,100,2) → 50.25	1
3	(25,100,2) → 103.08	1
4	(25,100,2) → 158.11	1
5	(60,450,20) → 202.25	2
6	(60,450,20) → 156.29	2
7	(60,450,20) → 110.45	2
8	(60,450,20) → 0.00	2

النتيجة المؤقتة:

- **العنقود :1** العملاء 1, 2, 3, 4 (صغار السن، إنفاق متوسط، زيارات قليلة).

- **العنقود 2:** العملاء 5, 6, 7, 8 (كبار السن، إنفاق عالٍ، زيارات متكررة).

الخطوة 4: تحديث المراكز

نحسب متوسط كل متغير في العنقود:

العنقود 1:

- متوسط العمر $\frac{25+30+35+40}{4} = 32.5$:
- متوسط الإنفاق $\frac{100+150+200+250}{4} = 175$:
- متوسط الزيارات $\frac{2+3+5+7}{4} = 4.25$:
- **المركز الجديد**: (32.5, 175, 4.25) :

العنقود 2:

- متوسط العمر $\frac{45+50+55+60}{4} = 52.5$:
- متوسط الإنفاق $\frac{300+350+400+450}{4} = 375$:
- متوسط الزيارات $\frac{10+12+15+20}{4} = 14.25$:
- **المركز الجديد**: (52.5, 375, 14.25) :

الخطوة 5: إعادة حساب المسافات مع المراكز الجديدة

جدول المسافات إلى المركز: (32.5, 175, 4.25)

العميل	المسافة إلى (32.5,175,4.25)
1	75.03
2	25.02
3	25.02
4	75.03
5	125.04
6	175.05
7	225.06
8	275.07

جدول المسافات إلى المركز: (52.5, 375, 14.25)

العميل	المسافة إلى (52.5,375,14.25)
1	275.07
2	225.06
3	175.05
4	125.04
5	75.03
6	25.02
7	25.02
8	75.03

الخطوة 6: إعادة تعيين العملاء

نُعيد تعيين العملاء بناءً على المسافات الجديدة:

العميل	(المسافة) مركز أقرب	العنقود
1	(32.5,175,4.25) → 75.03	1
2	(32.5,175,4.25) → 25.02	1
3	(32.5,175,4.25) → 25.02	1
4	(32.5,175,4.25) → 75.03	1
5	(52.5,375,14.25) → 75.03	2
6	(52.5,375,14.25) → 25.02	2
7	(52.5,375,14.25) → 25.02	2
8	(52.5,375,14.25) → 75.03	2

النتيجة النهائية:

- **العنقود :1** العملاء 1, 2, 3, 4 (صغار السن، إنفاق متوسط، زيارات قليلة).
- **العنقود :2** العملاء 5, 6, 7, 8 (كبار السن، إنفاق عالٍ، زيارات متكررة).

التفسير:

- **العنقود :1** يمكن استهدافهم بعروض ترويجية لزيادة تكرار الشراء (مثل خصومات على الزيارات المتكررة).
- **العنقود :2** يمكن تقديم خدمات مميزة لهم (مثل خدمة توصيل مجانية أو هدايا) لتعزيز ولائهم.

هذا المثال يوضح كيف يُستخدم التحليل العنقودي مع 3 متغيرات لفهم أنماط العملاء المعقدة واتخاذ قرارات تسويقية دقيقة

تمرين 6:

لنفترض أن لدينا بيانات **8 عملاء** لشركة تأمين، تتضمن **نقاط الولاء** (من 0 إلى1000)، **متوسط قيمة القسط الشهري (دولار)**، و**عدد المطالبات السنوية**، كما في الجدول التالي:

العميل معرف	الولاء نقاط	(دولار) القسط متوسط	السنوية المطالبات عدد
1	50	30	2
2	100	40	3
3	150	50	5
4	200	60	7
5	400	150	10
6	500	170	12
7	600	200	15
8	700	250	20

الهدف :تقسيم العملاء إلى مجموعتين (K=2) بناءً على تشابه نقاط الولاء، قيمة القسط، وعدد المطالبات.

الخطوة 1: اختيار المراكز الأولية(Centroids)

نختار عشوائيًا عميلين كمركزين ابتدائيين للعناقيد:

- **المركز الأول** :العميل 1 (نقاط الولاء50 = ، القسط30 = ، المطالبات.(2 =
- **المركز الثاني** :العميل 8 (نقاط الولاء700 = ، القسط250 = ، المطالبات.(20 =

الخطوة 2: حساب المسافة الإقليدية بين كل عميل والمراكز

المسافة الإقليدية لـ 3 متغيرات تُحسب بالقانون:

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$$

جدول المسافات من كل عميل إلى المركز الأول: (50, 30, 2)

العميل	الولاء نقاط	القسط	المطالبات	(50,30,2) إلى المسافة
1	50	30	2	0.00
2	100	40	3	50.25
3	150	50	5	103.08
4	200	60	7	158.11
5	400	150	10	370.08
6	500	170	12	462.17
7	600	200	15	567.27
8	700	250	20	674.54

جدول المسافات من كل عميل إلى المركز الثاني: (700, 250, 20)

العميل	الولاء نقاط	القسط	المطالبات	(700,250,20) إلى المسافة
1	50	30	2	674.54
2	100	40	3	630.50
3	150	50	5	586.47
4	200	60	7	542.44
5	400	150	10	316.38
6	500	170	12	223.61
7	600	200	15	111.80
8	700	250	20	0.00

الخطوة 3: تعيين العملاء إلى أقرب مركز

نُعين كل عميل إلى العنقود الأقرب بناءً على المسافات:

العميل	(المسافة) مركز أقرب	العنقود
1	(50,30,2) → 0.00	1
2	(50,30,2) → 50.25	1
3	(50,30,2) → 103.08	1
4	(50,30,2) → 158.11	1
5	(700,250,20) → 316.38	2
6	(700,250,20) → 223.61	2
7	(700,250,20) → 111.80	2
8	(700,250,20) → 0.00	2

النتيجة المؤقتة:

- **العنقود :1** العملاء 1, 2, 3, 4 (عملاء ذوي ولاء منخفض، أقساط صغيرة، مطالبات قليلة).
- **العنقود :2** العملاء 5, 6, 7, 8 (عملاء ذوي ولاء عالٍ، أقساط كبيرة، مطالبات متكررة).

الخطوة 4: تحديث المراكز

نحسب متوسط كل متغير في العنقود:

العنقود 1:

- متوسط الولاء $125 = \frac{50+100+150+200}{4}$:
- متوسط القسط $45 = \frac{30+40+50+60}{4}$:
- متوسط المطالبات $4.25 = \frac{2+3+5+7}{4}$:
- **المركز الجديد**.(125, 45, 4.25) :

العنقود 2:

- متوسط الولاء $550 = \frac{400+500+600+700}{4}$:
- متوسط القسط $192.5 = \frac{150+170+200+250}{4}$:
- متوسط المطالبات $14.25 = \frac{10+12+15+20}{4}$:
- **المركز الجديد**.(550, 192.5, 14.25) :

الخطوة 5: إعادة حساب المسافات مع المراكز الجديدة

جدول المسافات إلى المركز: (125, 45, 4.25)

العميل	(125,45,4.25) إلى المسافة
1	75.03
2	25.02
3	25.02
4	75.03
5	294.42
6	403.11
7	506.29
8	610.33

جدول المسافات إلى المركز: (550, 192.5, 14.25)

العميل	(550,192.5,14.25) إلى المسافة
1	610.33
2	566.29
3	522.26
4	478.23
5	156.00
6	223.61
7	111.80
8	156.00

الخطوة 6: إعادة تعيين العملاء

نُعيد تعيين العملاء بناءً على المسافات الجديدة:

العميل	(المسافة) مركز أقرب	العنقود
1	(125,45,4.25) → 75.03	1
2	(125,45,4.25) → 25.02	1

العميل	(المسافة) مركز أقرب	العنقود
3	(125,45,4.25) → 25.02	1
4	(125,45,4.25) → 75.03	1
5	(550,192.5,14.25) → 156.00	2
6	(550,192.5,14.25) → 223.61	2
7	(550,192.5,14.25) → 111.80	2
8	(550,192.5,14.25) → 156.00	2

النتيجة النهائية:

- **العنقود :1** العملاء 1, 2, 3, 4 (عملاء ذوي ولاء منخفض، أقساط صغيرة، مطالبات قليلة).
- **العنقود :2** العملاء 5, 6, 7, 8 (عملاء ذوي ولاء عالٍ، أقساط كبيرة، مطالبات متكررة).

التفسير:

- **العنقود :1** يمكن استهدافهم بعروض تأمينية بسيطة لزيادة ولائهم (مثل خصومات على القسط الأول).
- **العنقود :2** يحتاجون إلى برامج ولاء مُخصصة (مثل مكافآت عند عدم تقديم مطالبات لعام كامل).

هذا المثال يوضح كيف يُستخدم التحليل العنقودي مع 3 متغيرات لفهم سلوكيات العملاء المعقدة وتصميم استراتيجيات مُخصصة.