

الجمهورية العربية السورية
المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا
قسم المعلومات

ماجستير في المعلوماتية

نموذج دعم قرار لزيادة ولاء العملاء في شركات الخدمات

Enhancing Client Loyalty in the Services

Sector: A Decision Support System

Approach

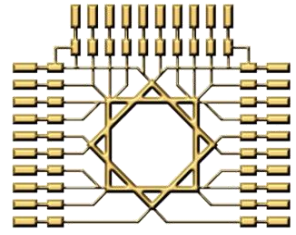
أعدت هذه الأطروحة لنيل درجة الماجستير في نظم المعلومات ودعم القرار

م. علي احسين الذياب

إشراف

د. وسيم جنيدي

د. إياد زوكار



A thesis submitted for
Master degree in Information and Decision Support Systems

Enhancing Client Loyalty in the Services Sector: A Decision Support System Approach

Submitted by
Ali Ehssien Al Thiab

Supervised by
PhD. Iyad Zoukar **PhD. Wassim Juneidi**

المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا
Higher Institute for Applied Sciences & Technology

المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا مؤسسة حكومية للتعليم العالي أحدثت بموجب المرسوم التشريعي رقم ٢٤/ لعام ١٩٨٣، وذلك بهدف إعداد كوادر علمية متميزة من مهندسين وباحثين للإسهام الفاعل في عملية التطوير العلمي والتنمية في الجمهورية العربية السورية.

يمنح المعهد العالي درجة الإجازة في الهندسة في الاتصالات والمعلوماتية والنظم الإلكترونية والميكاترونيكس وعلوم وهندسة المواد وهندسة الطيران. يقبل المعهد العالي لدراسة هذه الاختصاصات شريحة منتقاة من المتفوقين في الشهادة الثانوية من الفرع العلمي. يتيح المعهد العالي أيضاً برامج ماجستير أكاديمي في نظم الاتصالات وفي التحكم والروبوتيك وفي نظم المعطيات الكبيرة ونظم المعلومات ودعم القرار وفي علوم وهندسة المواد وعلوم وهندسة البصريات. وأخيراً، يمنح المعهد العالي درجة الدكتوراه في الاتصالات والمعلوماتية ونظم التحكم والفيزياء التطبيقية. تُحدث في المعهد العالي اختصاصات جديدة بحسب متطلبات سوق العمل وتوجهات البحث والتطوير المحلية والعالمية.

يمارس المعهد العالي عبر جهود أطره وفعالياته العلمية المختلفة نشاطاً حثيثاً في البحث والتطوير، إذ ينفذ مشاريع ودراسات واستشارات متنوعة لصالح الجهات العامة والخاصة في القطر، كما يتعاون مع جهات خارج القطر في بعض المشاريع البحثية والتطويرية. يسعى المعهد أيضاً، عبر دورات تدريبية نظرية وعملية متاحة للقطاعين العام والخاص وللأفراد، إلى إفادة أوسع فئة من المهتمين من إمكانيات أطره العلمية ومختبراته. واستكمالاً لدوره الرائد في مجال التعليم ونشر العلم، ينشر المعهد العالي كتباً علمية عالية المستوى من نتاج أطره، منها ما هو تدريسي يوافق المناهج في المعهد العالي ويفيد شريحة واسعة من الطلاب الجامعيين عموماً، ومنها ما هو علمي ثقافي. يتيح المعهد العالي بعضاً من منشوراته على موقعه على الشبكة، كما يتيح إمكانية الاطلاع على رسائل الماجستير والدكتوراه المنفذة في المعهد العالي وعلى بعض منشورات طلابه وأطره من المقالات العلمية.

المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا، الجمهورية العربية السورية، دمشق، ص.ب ٣١٩٨٣

Higher Institute for Applied Sciences & Technology – HIAST

P. O. Box 31983, Damascus, Syrian Arab Republic

هاتف ٠٠٩٦٣١١٥١٢٣٨١٩ - فاكس ٠٠٩٦٣١١٥١٤٠٧٦١

بريد إلكتروني contact@hiast.edu.sy

موقع إلكتروني www.hiast.edu.sy

تصريح

أنا الموقع أدناه علي احسين الذياب معدّ أطروحة الماجستير التي تحمل عنوان:

"تمودج دعم قرار لزيادة ولاء العملاء في شركات الخدمات"

"Enhancing Client Loyalty in the Services Sector: A Decision Support System Approach"

أصرح بأن:

- الأعمال والنتائج المعروضة هي نتيجة مجهودي الشخصي، وبتوجيه وتحت إشراف كامل من قبل المشرفين، وقد نُسب فيما عدا ذلك من معلومات ونتائج متعلقة بالبحث إلى مصادرها، وأشير إليها بشكل صريح في متن النص، وفي قائمة المراجع.
- مجموعتي البيانات المستخدمة جرى تحصيلها بشكل سليم ومشروع، وجرى تعريفها بشكل علمي وأكاديمي ضمن الأطروحة ونُسبت إلى مصادرها.

المحتويات

V	المحتويات
IX	قائمة الأشكال
XI	قائمة الجداول
1	الفصل الأول: مقدمة البحث العامة
1	1- تمهيد
2	2- دوافع البحث
5	3- إشكالية البحث
5	4- فكرة الحل المقترح
6	5- مساهمات البحث
7	6- مخطط الأطروحة
8	الفصل الثاني: الدراسة النظرية
8	1- مفاهيم تسويقية
8	1-1- تسرب العملاء
9	1-2- ولاء العملاء
10	1-3- استبقاء العملاء
11	1-4- فهم سلوكيات العملاء
13	1-5- تقسيم العملاء
17	1-6- إدارة العلاقات مع العملاء (CRM)

20	1-7- برامج الولاء.....
26	2- مفاهيم في الإحصاء.....
26	2-1- تحليل التمييز الخطي.....
33	2-2- اختبار التباديل الإحصائي.....
35	2-3- بُعد فاستشائين.....
37	3- مفاهيم في الذكاء الصناعي.....
37	3-1- المعطيات عالية الأبعاد.....
37	3-2- اختزال السمات.....
43	3-3- العنقدة.....
50	3-4- قيمة شابلي.....
52	3-5- تفسيرات الواقع المغاير.....
54	4- خاتمة الفصل.....
55	الفصل الثالث: الدراسة المرجعية.....
55	1- منهجيات التعرف على سلوك العملاء.....
55	1-1- العنقدة والتصنيف.....
57	1-2- التنقيب عن إجراءات العمل.....
59	2- المكافآت في برامج الولاء.....
59	2-1- أنواع برامج الولاء.....
60	2-2- أنواع المكافآت في برامج الولاء.....
61	2-3- تأثيرات مكافأة الولاء.....
74	3- خاتمة الفصل.....
75	الفصل الرابع: الحلّ المقترح.....

75	1- دراسة أنماط العملاء
75	1-1- مجموعة بيانات Cell2Cell
81	1-2- مجموعة بيانات Orange
84	2- منهجية تعزيز الولاء المقترحة
86	3- خاتمة الفصل
87	الفصل الخامس: التنفيذ ونتائج الاختبار
87	1- أنماط العملاء
87	1-1- مجموعة بيانات Cell2Cell
90	1-2- مجموعة بيانات Orange
92	1-3- استنتاجات
94	2- منهجية تعزيز الولاء المقترحة
97	2-1- استنتاجات
99	2-2- مقارنة النتائج
100	3- خاتمة الفصل
101	الفصل السادس: الخاتمة والتطورات المستقبلية
101	1- خاتمة البحث
102	2- تطورات مستقبلية
103	المراجع العربية
103	المراجع الأجنبية
110	الملحق الأول: مجموعة بيانات CELL2CELL

116	الملحق الثاني: عينات من نتائج الاختبار
116	1- برنامج الولاء المقترح - منهجية RFM
118	2- برنامج الولاء المقترح - عينة من نتائج الاختبار
118	1-2- حالة أولى - الشريحة 111
119	2-2- حالة ثانية - الشريحة 112
120	2-3- حالة ثالثة - الشريحة 321
121	2-4- حالة رابعة - الشريحة 132 والشريحة 334
122	2-5- حالة خامسة - الشريحة 441
123	2-6- حالة سادسة - الشريحة 444

قائمة الأشكال

- الشكل 1: نموذج CRM العام 19
- الشكل 2: تمثيل المجموعات الثلاث (A,B,C) بيانياً 29
- الشكل 3: الإحداثيات الجديدة للمجموعات الثلاث (A,B,C) - ثنائية البعد 31
- الشكل 4: الإحداثيات الجديدة للمجموعات الثلاث (A,B,C) - أحادية البعد 32
- الشكل 5: منهجية PCA 42
- الشكل 6: خوارزمية K-MEANS بدءاً من التكرار الأول وصولاً للاستقرار 45
- الشكل 7: تمثيل العناقيد المراد حساب SILHOUETTE SCORE الخاص بها 48
- الشكل 8: القيم المفقودة في مجموعة المعطيات CELL2CELL 77
- الشكل 9: قيمة المعلومات المشتركة بين السمات في مجموعة CELL2CELL والسمة الهدف CHURN 79
- الشكل 10: نسبة التباين في مجموعة بيانات CELL2CELL إلى المكونات الأساسية 80
- الشكل 11: توضيح لمعيار PURITY لكل عنقود في كل خوارزمية 89
- الشكل 12: معدل التسرب في كل شريحة 94
- الشكل 13: مساهمة السمات في التصنيف وفقاً لقيمة شابلي 96
- الشكل 14: التوزيعات الإحصائية للمتغيرات الرقمية في مجموعة بيانات CELL2CELL 115
- الشكل 15: توزيع العائدات الشهرية بالنسبة للمعيار L 116
- الشكل 16: توزيع العائدات الشهرية بالنسبة للمعيار F 117
- الشكل 17: توزيع العائدات الشهرية بالنسبة للمعيار M 117
- الشكل 18: مساهمة السمات في التصنيف - الشريحة 111 118
- الشكل 19: مساهمة السمات في التصنيف - الشريحة 112 119
- الشكل 20: مساهمة السمات في التصنيف - الشريحة 321 120

121	334	الشكل 21: مساهمة السمات في التصنيف - الشريحة
121	132	الشكل 22: مساهمة السمات في التصنيف - الشريحة
122	441	الشكل 23: مساهمة السمات في التصنيف - الشريحة
123	444	الشكل 24: مساهمة السمات في التصنيف - الشريحة

قائمة الجداول

- جدول 1: العوامل المؤثرة في سلوكيات شراء العملاء 11
- جدول 2: مستويات الرضا تبعاً لنظرية عدم التحقق 12
- جدول 3: شرائح العملاء تبعاً لمعايير RFM 16
- جدول 4: مصفوفة اللبس (CONFUSION MATRIX) 49
- جدول 5: مقارنة الأبحاث بالنسبة لتأثيرات تقديم المكافأة 66
- جدول 6: مقارنة الأبحاث بالنسبة لتأثيرات تغيير المكافأة 70
- جدول 7: مقارنة الأبحاث بالنسبة لتأثيرات إزالة المكافأة 73
- جدول 8: معايير RFM المتبعة في الحل المقترح 85
- جدول 9: اختيار عدد العناقيد في خوارزميات العنقدة المتبعة في الحل المقترح - مجموعة بيانات CELL2CELL 87
- جدول 10: نتائج وتقييم أداء خوارزميات العنقدة المتبعة في الحل المقترح - مجموعة بيانات CELL2CELL 88
- جدول 11: اختيار عدد العناقيد وتقييم أداء خوارزميات العنقدة المتبعة في الحل المقترح - مجموعة بيانات CELL2CELL 91
- جدول 12: مقارنات العناقيد الناتجة بناءً على معيار بُعد فاشتاين 93
- جدول 13: مقارنة أداء خوارزميات التصنيف الناتجة عن الحل المقترح 95
- جدول 14: نتائج دراسة التأثير المطبقة على شرائح العملاء 98
- جدول 15: مقارنة نتائج البحث مع نتائج الأبحاث في الدراسة المرجعية 99
- جدول 16: شرح الواصفات في مجموعة بيانات CELL2CELL 110

المخلص

تفيد تحليلات العملاء في رفع نسبة رضا العملاء وتعزيز ولائهم بحيث تتشكل علاقة طويلة الأمد بين الشركة والعميل الأمر الذي ينعكس على شكل عوائد منتظمة وتوصيات من شأنها استقدام عملاء جدد.

يناقش البحث مفهوم استبقاء العملاء وتعزيز ولائهم عبر دراسة الأنماط السلوكية وتمايزها عن بعضها؛ بهدف تقديم خدمات وعروض تتوافق مع رغباتهم. وذلك وفقاً لمرحلتين: المرحلة الأولى، تبدأ بمقارنة الأنماط السلوكية للعملاء الموالية والمتسربة في مجموعتي بيانات Orange و Cell2Cell الشهيرتين في مجال دراسات تسرب العملاء. وفي المرحلة الثانية يُقترح برنامج ولاء من النوع الهرمي والمرتبطة بشركة وحيدة يحيط بإطاره العام منهجية تقديم مكافآت مرتبطة بالمنفعة ومخصصة لشرائح العملاء المختلفة بما يتفق ونسب ولاءهم، قُسمت العملاء وفقاً لمنهجية تجزئة العملاء السلوكية RFM إلى 64 شريحة تختلف في نسب الولاء ومعدل التسرب. بعد ذلك، دُرست أسباب الولاء/عدم الولاء لكل مرحلة عبر تدريب نموذج تصنيف واختيار أهم الواصفات المحددة لكل شريحة بوساطة قيمة شابلي المميزة لكل واصفة ساهمت في التصنيف لهذه الشريحة. واقتُرِح على إثر تلك المحددات عدة سيناريوهات لآليات تُفيد دعم قرار اختيار عروض أو خدمات مخصصة تهدف إلى زيادة الولاء أو المحافظة عليه وكذلك تأخذ بعين الاعتبار أرباح الشركة. تُقاس فعالية هذه الآليات وفقاً لمبادئ اختبار سيناريوهات ماذا-لو في الذكاء الصناعي القابل للتفسير (XAI).

بينت نتائج التنفيذ والاختبارات، فعالية المنهجية المقترحة في تعزيز ولاء العملاء أو المحافظة عليه بالحد الأدنى وأيضاً تخفيض معدلات التسرب، وذلك عبر تجريب حسومات أو عروض مخصصة لشرائح العملاء الموافقة.

الكلمات المفتاحية: استراتيجية أعمال، ولاء العملاء، تسرب العملاء، عنقدة العملاء، RFM، قيمة شابلي، بُعد فاستتاين، سيناريو ماذا-لو، الذكاء الصناعي القابل للتفسير.

الفصل الأول: مقدمة البحث العامة

1- تمهيد

في أوائل الخمسينيات من القرن الماضي تبيّنت للشركات النظرة الضيقة باعتبار التسويق مجرد مجهود بيبيعي وأنّ إشباع حاجات العملاء أفضل من مجرد محاولة الضغط عليهم. بعد ذلك ظهر التوجّه التسويقي الذي يتبنى فكرة التخصيص عبر تقسيم العملاء إلى قطاعات سوقية مختلفة اعتمادًا على تنوع احتياجاتهم ورغباتهم؛ ترتب على إثره ظهور اتجاهات تسويقية جديدة تبنت دراسات وأبحاث عن كيفية تعزيز ولاء العملاء واستبقائهم. لاحقًا، أضحت عمليات تجميع المعطيات عن العملاء وتحليلها ضرورة لاستمرارية قطاع أعمال وضمان نموه، إذ تختلف طرق التجميع هذه ونوعية المعطيات تبعًا لأهداف الشركة وغايتها والتي يمكن أن تكون ديموغرافية (السن، الدخل، النوع، وغيرها) أو سيكوغرافية (نمط المعيشة، الطبقة الاجتماعية، وغيرها) أو حتى سلوكية (مناسبات الشراء، تكرار عمليات الشراء وغيرها).

أظهرت الدراسات المتعلقة بسلوك العملاء أنّ العميل عبارة عن فرد معقد تؤثر في سلوكه العديد من العوامل تجاه المنتجات المطروحة؛ وبالتالي يستوجب تصميم الاستراتيجيات التسويقية المناسبة-بدءًا من تصميم وتطوير منتجات جديدة وانتهاءً بالتوزيع والترويج-دراسةً عميقة للمستهلكين وسلوكهم الشرائي.

مع بدايات التسعينيات من القرن الماضي بات قطاع الاتصالات واحدًا من الجوانب الرئيسة للتنمية في الدول الصناعية كافة وكما هي طبيعة الحال رافق هذا زيادة ملحوظة بكمية الأبحاث المنشورة ونوعيتها التي أثرت القطاع إيجابًا ليصبح تصنيفه لا يقل عن القطاعات الأساسية كالصناعية والزراعية وغيرهما. عادةً ما تهتم الشركات بالبحث عن إجراءات استراتيجية تفضي إلى زيادة أرباحها والأسباب التي تحول دون ذلك، ولدى

اتباعها استراتيجية ما لتحقيق ذلك قد يشوبها بعض المشكلات مثل امتناع الزبائن عن استهلاك خدمة ما أو حتى انقطاعه عن تعامل مع الشركة بحد ذاتها. أضحت هاتين المشكلتين من أكثر مشكلات الشركات حرجاً من ناحية علاقتها مع عملاءها.

2- دوافع البحث

عادةً ما تستفيد الشركات من بيانات عملاءها في التنبؤ بالمشكلات واقتراح طرق وقائية أو علاجية. فالوقائية تتضمن خطط توضيحية وتنبؤية، على سبيل المثال: البحث في أسباب التسرب وزمنه، العوائد خلال فترة محددة وحساسية العملاء تجاه عروض تسويقية مطروحة من قبل الشركة. بينما تكون الطرق العلاجية بتوظيف الاحتمالات وتقديرات الأرباح في تحديد استراتيجياتها المثلى للتعامل مع العملاء والأرباح على حد سواء، على سبيل المثال: العملاء المستبعدون من الحملات التسويقية القادمة. (Devriendt, et al., 2019)

انطلاقاً من مشكلتي الشركات الرئيسية التي مَهَّد في ذكرها -امتناع العملاء عن الخدمة والانقطاع- فإن حاجة الشركات إلى حلول وقائية ضرورة لاستمراريتها؛ لما قد تسبب خسائر واضحة وفارقة في الأرباح. عادةً ما تتلافى الشركات هذه المشكلات بوحدة على الأقل من الاستراتيجيات الثلاث التالية:

(1) اكتساب عملاء جدد.

(2) زياد القيمة الشرائية للعملاء الحاليين.

(3) السعي إلى المحافظة على العملاء الحاليين.

وعند مقارنة هذه الاستراتيجيات الثلاث وفقاً لمعيار قيمة العائد على الاستثمار (وهي النسبة بين العائد الإضافي الناتج عن هذه الجهود وتكلفتها)، كانت نتائج المقارنة كما يلي:

- تعتبر الاستراتيجية الأولى من أكثر الاستراتيجيات ذائعة الصيت في قطاعات الخدمات من ناحية زيادة الدخل، لكن عادة ما يقابلها التكلفة العالية من ناحيتي الاستثمار الزمني والمالي مثل: إعداد حسابات جديدة والنفقات التسويقية؛ ولذلك لا تتصدر هذه الاستراتيجية قائمة الحلول.
- الاستراتيجية الثانية أفضلهم من ناحية الكلفة والتي قُدرت بنحو أقل بخمس مرات من استقدام عملاء جدد (Khan, et al., 2015)؛ فمن السهولة توسيع باقة الخدمات أو تنويع خيارات المنتجات المقدمة للعملاء؛ غايةً في رفع القيمة الشرائية لهم. لكن الأمر ليس بهذه السهولة، فإقناع العملاء تقف عائقاً في أغلب الأحيان.
- تُعدّ الاستراتيجية الثالثة من أكثر الاستراتيجيات المحققة للربح والعائد على الاستثمار؛ وذلك بالاستفادة من أمرين أساسيين، أولهما استمرارية التدفقات المالية التي تدرها العملاء من استخدام باقات أو خدمات، وثانيهما منع الشركات المنافسة من زيادة حصصها السوقية.

يقصد بالتسرب "انتقال المشترك من مزود خدمة إلى آخر، ويكون عن طريق شكلين إما طوعياً نتيجة عدم الرضا عن خدمة أو مجموعة خدمات، أو قسراً نتيجة إلغاء الاشتراك بسبب فاتورة أو سوء استخدام أو حتى ظرف طارئ حصل للمشارك". وفي هذا الطرح لا يمكن الاستفادة إلا من دراسة حالات التسرب الطوعي واستغلالها لتحسين الخدمات وتلافي أسباب عدم الرضا الحاصلة واعتبارها أساساً تُبنى عليه حلولاً مستقبلية. (DUMITRACHE, 2019)

وفي الحديث عن كلفة التسرب، قُدرت ضمن قطاعات الاتصالات والخدمات اللاسلكية في كل من الولايات المتحدة ودول أوروبا حوالي 4 مليار دولار سنوياً؛ وبالتالي تظهر ضرورات استثمارية في استراتيجيات استبقاء العملاء. وخاصةً ضمن شركات ذات الطبيعة الاحتكارية كما هي بيئات شركات الخدمات. فخسارة عميل ما لا تعني فقط خسارة هذه الشركة مادياً، بل يقابلها أيضاً خسارة الحصة السوقية (Market Share). (Ascarza, et al., 2018)

تتعدد المنهجيات المتبعة في عملية استبقاء العملاء والتي تختلف تبعًا للشركة وأهدافها. أبسط هذه المنهجيات هي استطلاعات آراء العملاء ومعرفة المشكلات التي تواجههم وأسباب عدم الرضا عن الخدمات المقدمة لهم، إلا إنه يصعب تطبيق مثل هذه المنهجيات في بيئات المعطيات الضخمة مثلما هي بيئات شركات الاتصالات؛ هنا تظهر أهمية أدوار محلي وعلماء المعطيات ومهاراتهم في استنتاج المعطيات لمعرفة أهم أسباب التسرب أو عدم الرضا أو عدم الولاء. (DUMITRACHE, 2019)

3- إشكالية البحث

تناولت معظم أبحاث دراسات التسرب بالعملاء فكرة التنبؤ به، ووضع نماذج هدفها تصنيفي دون الخوض بفهم التفاصيل والأسباب التي آلت له (DUMITRACHE, 2019)، إذ تعتمد إلى اختبار إمكانية استعادة العملاء المتسربة عبر الحملات التسويقية الجديدة. (Devriendt, et al., 2019).

إضافة إلى ذلك، تعتمد أغلب الشركات إلى التعامل مع العملاء المتسربة بطرق لا تأخذ اختلافاتهم النمطية بعين الاعتبار؛ ولذلك تستهدفهم جميعاً كمجموعة متجانسة بحملاتها التسويقية. (Park & Ahn, 2022) في بحثنا يُسلط الضوء على مقارنة الأنماط السلوكية للعملاء المتسربة والمالية. ودراسة محددات الولاء وعدم الولاء وتوظيفهما في تقديم اقتراحات من شأنها مساعدة صنّاع القرار في وضع منهجيات تسويقية تأخذ بعين الاعتبار استبقاء العملاء وتعزيز ولائهم.

استخلاصاً مما ذكر آنفاً يمكن طرح التساؤلات التالية بهدف التخصيص وتوجيه البحث:

1. هل تتمايز الأنماط السلوكية التي تنتهجها العملاء أثناء تسربها عن أنماط العملاء المالية في شركات الاتصالات؟
2. كيف يمكن استبقاء العملاء وتعزيز ولائهم عبر تقديم توصيات لخدمات أو عروض اعتماداً على محددات الولاء؟ وكيف يمكن التوفيق بينها وبين تحقيق أرباح للشركة؟

4- فكرة الحل المقترح

نطرح في هذا البحث مقارنة لسلوك العملاء المتسربة والمالية للشركة وقياس الاختلاف بينهما. إضافة إلى، طريقة عمل استراتيجية تساعد صنّاع القرار في تحسين قراراتهم في الحملات التسويقية أو لدى وضع برامج ولاء تزويدهم العملاء بعروض أو خدمات.

بداية، بالنسبة لمقارنات سلوكيات العملاء، تُقارن مجموعتي العملاء المتسربة والمالية لمعرفة التمايز بينهما. ويضع ذلك أساسًا لعمليات التنبؤ القائمة على السلوك.

بعد ذلك، يُقترح أساسًا لمنهجية عمل تقوم بشكل رئيسي على التخصيص. فبعد تقسيم العملاء بالاعتماد على معايير تتعلق باستخدامهم للخدمات التي قُدمت إليهم، وتصنيفهم في شرائح وفق عدة معايير تتعلق بزمن الاشتراك والقيمة النقدية المدفوعة في فترة زمنية وكذلك كمية استخدامهم للخدمات المقدمة من قبل الشركة. لاحقًا، تُدرس محددات الولاء أو عدم الولاء لكل شريحة وتقدم قرارات بالاعتماد عليها. بشكل خاص، يمكن لمحددات الولاء إثراء القرارات عبر توظيفها في اختبار مدى حساسية شريحة من العملاء تجاه عرض أو خدمة ما.

5- مساهمات البحث

يمكن تلخيص المساهمات الأساسية للبحث وفقًا لما يلي:

1. وضع أساسًا لعمليات التنبؤ بالتسرب؛ عبر تقديم مقارنة بين مجموعتي العملاء المتسربة والمالية في شركات الخدمات وتحديدًا الاتصالات.
2. اقتراح منهجية عمل استراتيجية تهدف إلى الحدّ من التسرب الطوعي للعملاء إلى أحد المنافسين واستبقاءهم عن طريق دراسة محددات التسرب والولاء وربطه مع الخدمات المُقدّمة من الشركة.
3. تقديم نموذج لبناء نظام إدارة علاقات مع العملاء (CRM) قائم على الاستفادة من محددات الولاء لتوليد منتجات أو خدمات للعملاء المستقبين ضمانًا في استدامة نشاطهم الشرائي وتحفيزه.

6- مخطط الأطروحة

قدمنا في الفصل الأول الإطار العام للبحث وخلفيته والأسئلة التي يسعى إلى الإجابة عليها ومنهجية الحل المقترحة، وكذلك أهم المساهمات المرجوة من البحث.

في الفصل الثاني، نطرح لأهم المفاهيم النظرية التي استُفيد فيها بالبحث، وقد قُسمت إلى ثلاث مجموعات، أولها يتعلق بالمفاهيم التسويقية المرتبطة بجوهر البحث، يليها مفاهيم إحصائية تتعلق بالطرق والاختبارات التي استُخدمت في البحث. وأخيرًا، مفاهيم تتعلق بالنكاء الصناعي وتحديدًا التعلّم الآلي.

أما الفصل الثالث، نناقش الأبحاث والأدبيات المتعلقة بطرق التعرّف إلى أنماط سلوك العملاء، ويُختتم بمراجعة الأبحاث التي تناولت مفهوم المكافأة وأثرها على الشركة والعميل.

وفي الفصل الرابع نفضل منهجية الحل المقترح، بدءًا من التعرّف على مجموعتي المعطيات المستخدمتين، ومن ثم طريقة قياس التشابه بين مجموعتي العملاء الرئيسية-مالية ومتسربة- وما اقترحنا إحصائيًا لإثبات وحساب التشابه/الاختلاف، وكذلك نموذج برنامج الولاء المقترح.

ونناقش في الفصل الخامس نتائج تنفيذ الحل المقترح وأهم الأدوات والمكتبات التي استخدمناها في البحث، وكذلك مقارنتها مع الأبحاث المشار إليها في الأطروحة.

وأخيرًا نختتم الأطروحة في الفصل السادس بالخاتمة والآفاق المستقبلية المحتملة للبحث والتي من الممكن تطويرها للوصول إلى شكل أكثر توسعة للمنهجية المقترحة.

الفصل الثاني: الدراسة النظرية

تنوعت الأبحاث والأدبيات التي دُرست لفهم الإشكالية البحثية وخلفيتها يمكن تصنيفها في ثلاثة أقسام تتناول مواضيع متعلقة بالتسويق، الإحصاء والذكاء الصناعي.

1- مفاهيم تسويقية

نخصص في هذه الفقرة مناقشةً للمفاهيم التسويقية المعنية بمفاهيم ولاء الزبائن، تسربهم وسلوكياتهم الشرائية.

1-1- تسرب العملاء

لم تُجمع الأدبيات على تعريف وحيد لتسرب العملاء وتتعدد المصطلحات اللغوية ما بين تناقص (attrition)، معدل دوران العملاء (turnover)، تبديل (switching)، أو فقدان وانشقاق العملاء (loss or defection). ولكن ما يُجمع عليه في إطار قطاع الاتصالات على أنه مفهوم يشرح عملية إلغاء اشتراك العميل بمشغل خدمته والانتقال إلى مشغل خدمة آخر طوعياً أو قسرياً. (DUMITRACHE, 2019)

تستدل الشركات على ظاهرة التسرب من خلال عوامل عديدة مثل: الفوترة والتعريف، ازعاج المشتركين (مثل الإغراق برسائل الإعلانات)، عدم ملائمة الخدمات الأساسية، فشلها في المطابقة وذوق المشترك، وجود منافسين والقضايا الأخلاقية عوضاً عن التسرب القسري. إضافة إلى ما سبق، يلعب رضا المشتركين على نوعية الخدمات المقدمة دوراً بارزاً في قرارات التسرب، أشار (Uner, et al., 2020) إلى أنّ أهم محددات عدم الرضا (dissatisfaction) لدى مشتركي مشغل شبكة إيراني ارتبطت بالعديد من الأمور مثل: كمية استهلاك الخدمات وأيضاً بعض العوامل الديموغرافية.

1-2- ولاء العملاء

استحوذ موضوع تقييم وزيادة ولاء العملاء (Clients Loyalty) على اهتمام الباحثين؛ وذلك لأهميته لدى صناعة قرارات تتعلق بزيادة أرباح وضمن استمرارية الشركات. ويعرّف بشكل عام بأنه "التزام العميل بشراء العلامة ووجود اتجاهات تفضيلية نحوها." (المجني & عمار، 2020)

يطرح المرجع السابق طريقة تقسيم للسوق بالاستفادة من درجة الولاء لدى العملاء وفقاً لأربع مجموعات، فعلى سبيل المثال، لو فرضنا وجود خمس علامات تجارية هي (A, B, C, D, E)، هنا يمكن طرح المجموعات الأربعة كما يلي:

- a. **أوفياء بدرجة عالية من الثبات:** وهم العملاء الذي يشترون علامة تجارية واحدة في جميع أوقاتهم، مثلاً (A, A, A, A, A).
- b. **أوفياء بدرجة أقل:** هم العملاء الذي يظهرون ولاء لعلامتين تجاريتين أو ثلاث، مثلاً (A, A, B, A, B).
- c. **المتحولون:** هم العملاء الذين يتحولون من تفضيل علامة تجارية معينة إلى علامة أخرى، مثلاً، (A, A, B, B, B).
- d. **عديمي الولاء:** هم عملاء لا يظهروا أية ولاء تجاه أية علامة تجارية، ويشترون أية واحدة تُعرض عليهم، مثلاً (A, B, C, D, E).

في مجال الاتصالات، يعرّف ولاء العملاء بالاستعداد لترشيح مشغل الخدمة لمشاركين آخرين باعتبار هذا المشغل مصدرًا موثوقًا ومحتملًا لتلبية الرغبات. يعدّ هذا التعريف طريقةً عمليةً لقياس نسب الولاء بين العملاء وعادة ما يشار إليه بمصطلح مؤشر الترويج الصافي (Net Promote Score) ويختصر (NPS) والذي يُحسب دوريًا وينشر للعموم. (Uner, et al., 2020)

1-3- استبقاء العملاء

لا يخفى حجم مشكلة التسرب في قطاع الاتصالات ذو الطبيعة الاحتكارية؛ نتيجة لهذا تُنشئ بعض الشركات روادع من شأنها تقليل هذه المشكلة لديها الأقصى، وتعتمد بعضها إلى فرض ضريبة تعويضها عن تكلفة تبديل (Switching Cost) للمشاركين الراغبين بإلغاء اشتراكاتهم. لكن هل من شأن ذلك الحد من التسرب؟ في حقيقة الأمر يتضارب هذا المفهوم مع التعريف العام للولاء "يعتبر العميل موالٍ إذا لم يتسرب لغاية الآن" إذ أنّ وبوجود مثل هذه الضريبة قد يعتبر العديد من المحافظين على اشتراكاتهم موالين وهم بالحقيقة يحاولون تجنب دفع ضريبة التبديل تلك. (Uner, et al., 2020) (Park & Ahn, 2022)

عدا عن ذلك، يفضل أغلب العملاء اتخاذ قرارات مثل الاشتراك أو عدم الاشتراك تبعاً لظروف العقد المبرم، إذ يفضل غالبيتهم العقود المرنة، فمثلاً، يفضل المشتركون دفع مبلغ إضافي على فواتيرهم الشهرية؛ لغاية بسيطة وهي تقليل مدة العقد من 12 شهراً إلى ستة أشهر فقط. من جهة أخرى، تشرع معظم شركات الاتصالات المنافسة بتعويض العملاء المتسربة عن دفعهم ضريبة التبديل؛ حتى لا يتردد المشتركين محتملي التسرب كثيراً في قرار تسربهم. علاوة على ذلك، تقوم شركات الاتصالات عادة بتوظيف أدوات ترويج مبتكرة؛ لضمان استبقاء العملاء كما هي برامج الولاء (loyalty programs) المعروفة لدى أغلب مشغلات الشبكة. إذ أثبتت نوعية هذه البرامج فعاليتها لما تقدّم من أنظمة حوافز أو نقاط.

في جانب آخر، أوعزت بعض الدراسات إلى أهمية استهداف العملاء الذين تسربوا فعلاً في برامج الولاء والحملات التسويقية وهو ما يعرف ب (customer win-back) وخاصة أنّ الشركة تملك بالفعل بيانات العملاء المتسربة وتعرف مدى اهتمامهم أو حساسيتهم تجاه الخدمات. (Uner, et al., 2020)

1-4- فهم سلوكيات العملاء

إنّ عملية فهم سلوك العملاء هي الخطوة الأساسية لزيادة الحصة السوقية للشركات (Miles, 2014) ولضمان الحصول على نتائج مقبولة لابد للشركات الفهم الدقيق لشرائح العملاء المحتملين. يُعرّف (معاوي، 2020) سلوك العميل بإنّه "ذلك السلوك الذي يبرزه العميل في البحث عن وشراء أو استخدام السلع أو الخدمات أو الأفكار أو الخبرات التي يتوقع أنّها ستشبع رغباته أو رغباتها أو حاجاته أو حاجاتها وحسب الإمكانيات الشرائية المتاحة..لذا فإنّ دراسة سلوك العميل هي دراسة الكيفية التي يقوم بها الفرد باتخاذ قراراته في توزيع وإنفاق الموارد المتاحة لديه (الوقت، المال، الجهد) على سلع تتعلق بالاستهلاك للعديد من السلع والخدمات".

1-4-1- سلوكيات ما قبل الشراء

تتأثر سلوكيات العملاء تبعًا للمتغيرات الشخصية والاجتماعية المتفاعلة معًا، إذ يمكن القول بإنّها عبارة عن دالة لمجموعة من العوامل الشخصية والعوامل المتعلقة بالبيئة. أشار (معاوي، 2020) أيضًا إلى أنواع المؤثرات التي من شأنها تحديد سلوكيات العميل لخدمة أو منتج ما، وصنّفها في مجموعتين:

جدول 1: العوامل المؤثرة في سلوكيات شراء العملاء

عوامل مؤثرة داخلية	عوامل مؤثرة خارجية
الدوافع	الثقافة
التعلّم	الطبقة الاجتماعية
الإدراك	الجماعات المرجعية
الشخصية	
الاتجاهات	

1-4-2- سلوكيات ما بعد الشراء

لا تنته عملية الشراء حالما اتخذ العميل قراره الشرائي، بل تمتد لما بعد امتلاكه للمنتج أو الخدمة وهو ما يعرف (Post-purchase Behavior). يتأثر هذا الأمر كما هو حال سلوك ما قبل الشراء، فعلى سبيل المثال، لدى سماع العميل انتقاداً أو عرضاً أكثر جودة وأقل تكلفة فإنه سيشعر بحالة عدم الرضا. إذ يعرف رضا العميل (Customer Satisfaction) بأنه الحالة التي تنتاب العميل بعد شرائه للمنتج أو الخدمة وهو ما يمكن قياسه من خلال مقارنة المنتج الفعلي-الإدراك-بما هو متوقع من ناحية تلبيةه لمتطلباته. يمكن توضيح مراحل أو مستويات رضا من خلال التطرق لنظرية عدم التحقق أو عدم التثبيت (Disconfirmation Theory) والتي تُنَاط بثلاث حالات مقارنة لتوقع العميل وإدراكه، كما يلي (المجني & عمار، 2020):

جدول 2: مستويات الرضا تبعاً لنظرية عدم التحقق

الشرح	الحالة
وهي حالة التثبيت أو تحقق التوقع وهنا ينتج حالة من الرضا لدى العميل، قد تعتمد بدورها مع مرور الوقت إلى تشكيل اتجاهات إيجابية وتفضيلية نحو علامة المنتج الذي وقع اختياره عليه؛ والذي من شأنه التأثير على عملية اتخاذ القرارات المستقبلية للعميل	الأداء الفعلي مساوٍ للأداء المتوقع
تسمى هذه الحالة بعدم التثبيت أو التحقق الإيجابي، يعتبر المنتج بهذه الحالة قد تفوق على توقعات العميل؛ الأمر الذي سيعكس على قراراته المستقبلية. تسمى أيضاً حالة إبهاج العميل (Customer Delight).	الأداء الفعلي أعلى من الأداء المتوقع
وهي حالة عدم التثبيت أو عدم التحقق السلبي، إذ تسبب هذه الحالة عدم رضا؛ وبالتالي إنشاء اتجاهات سلبية من شأنها دفع العميل إلى مقاطع هذه العلامة.	الأداء الفعلي أدنى من الأداء المتوقع

1-5- تقسيم العملاء

تعدّ عملية تقسيم السوق من العمليات الأساسية المستخدمة في إدارة التسويق. سابقاً كانت الشركات تصبّ تركيزها على إنتاج منتج واحد فقط وبكميات كبيرة بالتوازي مع كثافة عالية في التوزيع والترويج؛ مما يجعل المنتج ذو كلفة أقل وبالتالي يكون مناسباً للمستهلك وسوقاً أكبر للسلعة. الأمر الذي يختلف بطبيعته كلياً هذه الأيام، فزيادة المنافسة وانخفاض الأسعار جعل من إيرادات الشركات تنخفض؛ لذلك ظهرت اهتمامات المنتجين بتقديم سلع ذات مواصفات مميزة من ناحية الجودة والتنوع. ولدى الحديث عن التنوع يضحى الحديث عن أدواق العملاء واجباً ولذلك تصبح عملية استهداف المنتجين لشرائح العملاء المختلفة بارزة.

يعرّف مصطلح تجزئة العملاء بأنّه تقسيم السوق إلى شرائح متميزة ومعرفّة جيداً. إذ تتكون كل شريحة من مجموعة من العملاء الذين يتقاسمون نفس الاحتياجات والمتطلبات. من يحدد طبيعة هذه الشرائح وعددها هو المسوّق نفسه. إلا إنّه هناك مقاربتين أساسيتين لتجزئة السوق من وجهة نظر الباحثين وهما: (Kotler & KELLER, 2019)

- a. **الخصائص الوصفية:** كما الخصائص الجغرافية والديموغرافية وحتى السيكولوجية. بعد التقسيم المناسب تُختبر حساسية كل شريحة بالنسبة لما قدّم من منتجات ومن ثم يُفهم الذوق العام للشريحة.
- b. **الخصائص والاعتبارات السلوكية:** مثل ردة فعل العميل بالنسبة لمنفعة ما أو استغلال ذوقه في مناسبات معينة ولعلامات تجارية محددة. ثم يتعيّن على المسوّق مراقبة فيما لو المنتج المطروح متعلق بالمناسبة أو منفعة العميل وعليه ينسب نوعية المنتجات هذه لشريحة العملاء تلك. على سبيل المثال، هل يختلف العملاء الذين يفضلون الجودة على السعر في تركيباتهم الجغرافية والديموغرافية وحتى السيكولوجية؟

1-5-1-1 منهجية RFM

يشير اختصار RFM إلى (Recency, Frequency, Monetary) وتعرّف بأنها منهجية سلوكية تهدف إلى تقسيم العملاء إلى شرائح. تُجمّع العملاء على أساس سجلات شرائحهم السابقة (كم من المرات اشتروا؟ ومنذ متى كانت آخر عملية شراء؟ وكم النقود التي دُفعت؟). تكون شرائح العملاء الناتجة هادفة إلى تقديم خدمات أفضل لهم، تساهم أيضًا في تشكّل صورة واضحة عن العملاء المحتملين تفيد بدورها صنّاع القرار لتحقيق منافع ربحية عن طريق التخصيص في حملاتهم التسويقية لهيكله خدمات أو منتجات مخصصة بدقة (Personalized Service). يمكن شرح ما تشير إليه RFM كما يلي: (Birant, 2011) (Fader, et al., 2005)

- a. **الحداثة (Recency):** تشير المدة الزمنية من آخر عملية شراء قام بها العميل ويمكن تحصيلها من السؤال "من اشترى مؤخرًا؟".
- b. **التكرار (Frequency):** تشير إلى عدد عمليات الشراء ويعبّر عن بالسؤال "كم عدد المرات التي اشترى بها العميل؟".
- c. **القيمة المالية (Monetary Value):** تشير إلى كمية النقد الذي دفعه العميل ويمكن التعبير عنها بواسطة السؤال "من دفع أعلى قيمة نقدية من العملاء؟".

❖ مثال توضيحي:

الشركة X متخصصة في بيع اشتراكات لبرامج حاسوبية. عند تطبيقها منهجية RFM بهدف تجزئة عملاءها، قامت بتعريف ما يلي:

- **R**: عدد الأيام منذ آخر تفاعل للعميل مع البرنامج S. ووضع نقاط لكل عميل وفق ما يلي:

R(يوم)	≤ 7	8 – 30	30 <
Score(5)	5	3	1

- **F**: عدد مرات استخدام العميل للبرنامج S ضمن فترة زمنية حُددت ب 90 يومًا.

F(مرة)	≤ 5	5 – 10	30 <
Score(5)	5	3	1

- **M**: إجمالي إنفاق العميل على اشتراكاته في البرنامج S خلال نفس الفترة (90).

M(\$)	≤ 500	200 – 500	500 <
Score(5)	5	3	1

بناءً على المعايير السابقة، يمكن للشركة تقسيم عملاءها إلى عدة شرائح وعنونتها؛ للاستفادة من التحليلات

في دعم القرارات كما التالي:

جدول 3: شرائح العملاء تبعًا لمعايير RFM

عنوان الشريحة	سبب التصنيف	تعريف الشريحة	طريقة الاستهداف
مرتفعو القيمة (High-Value) (Clients	(أعلى M، أعلى F، أعلى R)	تصنفهم الشركة على أنهم أكثر عملاءها قيمةً لاستخدامهم المتكرر للخدمة ولإنفاقهم العالي نسبيًا على خدماتها.	
محتلمو الولاء (Potential) (Loyal Clients	(أعلى F، أدنى R)	على الرغم من استخدامهم المتكرر للبرنامج S في الماضي، يميلون اليوم إلى الاستفادة القليلة منه.	استهدافهم بحملات تسعى إلى تشجيعهم إعادة استخدام البرنامج S ثانيةً.
مرتفعو الإنفاق (High-) Spending (Clients	(أعلى M، أدنى R، أدنى F)	أصحاب أعلى قيم نقدية دُفعت، لكن لديهم غياب طويل عن استخدام البرنامج S وعدم تكرار تجاربهم ثانيةً.	التوجه لهم ببرامج ترقية أو استراتيجيات تحفيزية خاصة؛ بهدف تشجيع على زيادة استخدامهم.
معرضون للانقطاع (At-Risk) (Clients	(أدنى R، أدنى F، أدنى M)	عملاء لم يستخدموا البرنامج S منذ فترة طويلة، ولديهم أقل عدد مرات الاستخدام وأدنى قيم مالية دُفعت.	التواصل معهم عبر رسائل مخصصة ومناسبة، إضافة إلى تقديم العروض والحسومات وكذلك الدعم المناسب.

1-6- إدارة العلاقات مع العملاء (CRM)

عادة ما يشار إلى هذا المفهوم على أنه مجموعة الممارسات التي تتبناها الشركات للحفاظ على قاعدة عملاءها (Customer Base) وزيادتها، إذ تحدد هذه العلاقات ونجاحها مستوى نجاح الشركة.

يُعرّف مفهوم إدارة العلاقات مع العملاء أو (Customer Relationships Management) ويختصر ب (CRM) بأنه منهجية أو استراتيجية تسعى إلى توطيد العلاقات القائمة مع العملاء بشكل متزامن مع تخفيض التكلفة وزيادة الإنتاجية والربحية في الشركة. يُصَف نظام CRM أنه مثاليًا لدى تجميعه كافة مصادر المعطيات الخاصة بالشركة (Centralization) وكذلك عرض معلومات العميل المطلوبة بصورة انفرادية بالوقت الحقيقي (Atomicity). (Jeffery, 2010).

في السنين الماضية، تناولت العديد من أبحاث CRM تأثيره على زيادة ولاء ورضا العملاء، مستندين إلى ثلاثة أبعاد أساسية في هذه الدراسات هي:

1- جودة الخدمة (service quality)

2- إتاحة الخدمة (service access)

3- معالجة الشكاوى (handling complaints)

1-6-1- خصائص أنظمة إدارة العلاقات مع العملاء (CRM)

يتطلب نجاح أنظمة إدارة العلاقات مع العملاء (CRM) الخصائص والمتطلبات التالية:

1- **تكنولوجيا مخازن المعطيات:** إذ تستخدم لتجميع معلومات المناقلة ودمجها مع المنتجات الموجودة في CRM وكذلك تعريف مؤشرات الأداء الرئيسية (Key Performance Indicators) واختصارًا (KPI).

2- إدارة الفرصة: تساعد هذه الخاصية الشركة على إدارة النمو والطلب غير المتوقعين، وكذلك إنجاز نماذج تنبؤ مجدية تستفيد من بيانات المبيعات التاريخية في إسقاطات مستقبلية.

3- المراقبة والتتبع: يجدر على أنظمة (CRM) تتبع وقياس الحملات التسويقية والعملاء المستهدفين عبر عدة مسارات.

4- إدارة العلاقات المرتكزة على العملاء (Customer-centric relationship management)

(CCRM): تركز هذه المنهجية على تفضيلات العملاء عوضاً عن الاستفادة منهم. إذ تهدف إلى إضفاء قيمة عبر إشراك العملاء في علاقات فردية تفاعلية.

1-6-2- دور رضا العملاء في CRM

تُشير مراجعة الأدبيات في أنظمة ومفاهيم CRM (Swathi, 2020) إلى مفهوم رضا العملاء بأنه الفارق في شعور الفرد ما بين الأداء التصوري والواقعي الذي تمنحه منتجات أو خدمات الشركة، إذ يتدرج على سلم المتعة وخيبة الأمل. يُستخدم رضا العملاء أداة فعالة في الإنتاجية ومصدرًا ملهمًا في التنافسية تحديدًا لدى اعتباره أثناء إدارة علاقات العملاء وخاصة في الشركات التي تسعى بأهدافها الاستراتيجية الأولى إلى استبقاء عملاءها. لا يخفى أثر إدارة العلاقات مع العملاء وأهميته في رفع سوية الرضا بين العملاء؛ والذي يُنشئ بدوره علاقات وثيقة وطويلة الأمد مع الشركة وهذا هو مفهوم الولاء، إذ تعتمد العملاء الموالية إلى إعادة عمليات الشراء فضلًا عن دورهم في جذب عملاء جدد عن طريق الاقتراح لمن هم في البيئة وهذا ما يدعى في أدبيات التسويق (Words of Mouth).

إضافة إلى ما سبق، تعمل منهجية CRM على التعرف إلى أنماط العملاء غير الظاهرة عبر معالجة وتحليل عمليات الشراء لكل عميل، تفيد عمليات التحليل فيما يسمى التخصيص (Customization) وفيه تخصّ الشركة كل عميل لديها بعروض أو خدمات تناسب السلوكيات التي اتبعها مسبقًا. تعزز عملية التخصيص الجودة المدركة للخدمات أو المنتجات من وجهة نظر العميل، وبما أنّ الجودة المدركة هي محدد

لرضا العملاء؛ تقوم منهجية CRM بالشراكة غير المباشرة في رضا العميل. يتعين على عملية التخصيص فهم سلوك العميل وذوقه وكذلك موقفه وتفضيلاته والأهم من كل ذلك هي عوامل اتخاذ قراراته.

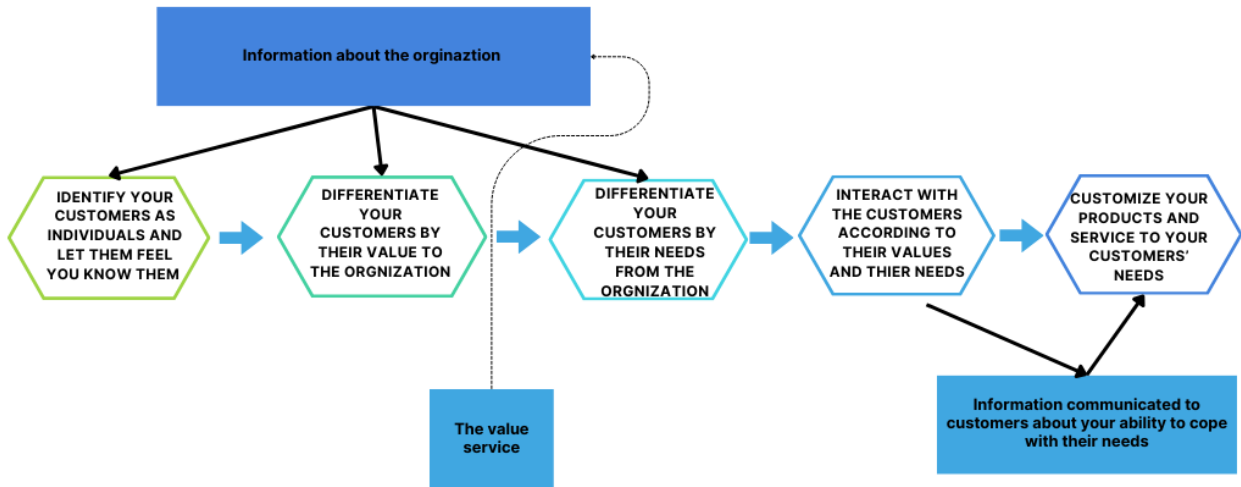
1-6-3- دور ولاء العملاء في CRM

تُوظف منهجية CRM في الشركات؛ هدفًا في تخفيض التكلفة وزيادة أداء الشركة والذي يؤدي بديهيًا إلى زيادة أثر النتائج الإيجابية المتمثلة بالأرباح وبناء علاقات مع العملاء. إذ تساعد المعلومات المجمعة والمستخرجة من بيانات العملاء إلى تحسين اتخاذ القرارات أثناء التعامل مع العملاء.

عوضًا عن ذلك، يضمن رضا العملاء وامتثالهم نجاح التنفيذ لمنهجية CRM في استبقاء العملاء ورفع مستويات ولاءهم. (Swathi, 2020)

1-6-4- نموذج CRM العام

يمثل الشكل 1 النموذج العام لمنهجية CRM بدءًا من تجميع بيانات عن احتياجات العملاء وأهمية كل واحد منهم وصولًا إلى بناء خدمات مخصصة بشكل أكبر.



الشكل 1: نموذج CRM العام

1-7- برامج الولاء

عادةً ما تُضمّن برامج الولاء (Loyalty Programs) منهجيات لها علاقة مباشرة بالتخصيص والتوجيه التسويقي (Personalization)، وبدورها توظف هذه المنهجيات مفاهيم للمكافآت المادية (حسومات، كوبونات، أو حتى هدايا) أو المعنوية (خدمات مخصصة). تسعى هذه المنهجيات إلى استبقاء العملاء أطول فترة ممكنة؛ مما ينعكس إيجاباً على السلوك الشرائي للعملاء من جهة وعلاقتهم مع الشركة من جهة أخرى.

يرجع أصل برامج الولاء إلى القرن العشرين حينما بدأت قطاعات الطيران توظيفه. ففي عام 1981 أطلقت شركة الطيران الأمريكية (American Airlines) أولى برامج المكافآت الإلكترونية (AAAdvantage) والذي لا يزال محافظاً على منهجيته ومبدأ عمله الأساسي. علاوة على ذلك، تصدر قائمة أضخم برامج المكافآت الخاص بالمسافرين الدائمين، ويختم قرابة 67 مليون مشترك. (Chen, et al., 2021)

عقب ذلك تتالٍ لبرامج الولاء والتي انتشرت في قطاعات كثيرة كالفنادق، تجارة السيارات، وحتى شركات بطاقات الائتمان والأسواق المركزية. إذ اعتمدت أفكار تتعلق بالتخصيص التسويقي بناءً على ما توفر لديها من بيانات وسجلات شراء.

أما اليوم، تتنوع برامج الولاء كثيراً من ناحية حجمها وتقنياتها ومدى انتشارها أيضاً، وتستحوذ على قيمة مليارات الدولار في شركات، مثلاً، بين عامي 2015 و2017 ازداد حجم قطاع برامج الولاء في الولايات المتحدة بنسبة 15%، إذ بلغ تقدير الاشتراكات بما يقارب 4 مليارات اشتراك. (Chen, et al., 2021)

علاوة على حجم الاشتراكات الكبير هذا، لا ينفك نصف العدد الإجمالي للعملاء في الولايات المتحدة يستفيد من بطاقات برامج ولاء. ويُتوقع زيادة الإنفاق على إدارة برامج الولاء ليصل 71 مليار دولار أمريكي بحلول عام 2026. يرافق هذه التزايد الكبير تطوراً تقنياً من ناحية الأدوات والمنهجيات المشاركة في إدارة برامج الولاء. فالرقمنة اليوم حاجة أساسية للتفاعل مع العملاء وتقديم خدمات مخصصة بناءً على بياناتهم، إذ تقدم

أجهزة الجوال الذكية وتطبيقاتها بيانات من شأنها إثراء تجربة المشترك وزيادة كفاءة برامج الولاء، إلا إنه تبقى لديها بعض المخاوف المتعلقة بالخصوصية وكذلك إدارة المعطيات الكبيرة. (Chen, et al., 2021)

إضافة إلى ما سبق، تختلف برامج الولاء في كثير من المعايير بدءاً من البيئة النظرية المرتكزة عليها وصولاً إلى التقنية. تصنف هذه الدراسة النظريات المتبعة في تحقيق برامج الولاء في ثلاث فئات وفقاً لتشابهها من الناحية النفسية (Chen, et al., 2021)، وهي:

1-7-1- الآلية القائمة على المكانة (status-based mechanism)

لتحقيق هذا النوع من برامج الولاء يقترح الباحثون عادةً تطبيق نظرية الهوية الاجتماعية أو نظرية المقارنة الاجتماعية. فهناك تفضيلات مكانة اجتماعية لدى لمعظم العملاء؛ بذريعة ارتباطاتها الوثيقة مع مشاعر تتعلق بالتميز والتفوق، وبالتالي يركز الباحثون على دراسة ومحاكاة هذه الفكرة في برامج الولاء.

بشكل عام، ينشئ هذا النوع من برامج الولاء قيمةً للعملاء المشاركين من خلال عدة معايير معتمدة على العلاقات الاجتماعية وطريقة المنفعة المفضلة لكل عميل؛ على اعتبار أن العميل يعطي تصورات واضحة عن نفسه وتفضيلاته من خلال علاقاته.

1-1-7-1 نظرية الهوية الاجتماعية

تتبنى هذه النظرية فكرة أن العملاء يعرفون عن أنفسهم من خلال تجليات واضحة ومفاهيم مرتبطة بالعضوية والانتماء إلى مجموعة اجتماعية محددة. إذ تُعرّف المجموعة الاجتماعية بإنّها: "مجموعة من الأفراد المنتمين إلى تصنيف اجتماعي ما، ويتشاركون ببعض التصنيفات العاطفية (الرغبة، الحب، التفضيل وغيرها)".

عادةً ما تضيي المجموعات الاجتماعية على أفرادها هوية محددة؛ تُقيد لاحقاً في إجراء المقارنات الاجتماعية من خلال معايير مشتركة/مختلفة فيما بينهم. تستهدف برامج الولاء المرتكزة على هذه النظرية

العملاء من نفس المجموعة بمكافآت أو ترقية تجعلها تعزز شعور الانتماء لهذه المجموعة؛ إذ يشكل هذا الأمر بالنسبة لبعض العملاء دافع تحفيزي يتفوق بأهميته على اعتبارات ومكافآت مالية.

1-7-1-2- نظرية المقارنة الاجتماعية

تشرح هذه النظرية المراحل النفسانية التي يمر بها العميل وكيفية تعبيره عن ذاته، إذ تُحدّد قيمتها من خلال المقارنة بالآخرين والتي تعتبر دافع فطري لدى غالبية البشر؛ كونها تقدم تقييمات دقيقة للفرد. فالشرط الأساسي لتكوين المقارنات الاجتماعية هي تقييم الآخرين وفق معايير محدد توضح أوجه الاختلاف أو الشبه كما في معايير النجاح والحالة الاجتماعية والذكاء والثروة وغيرها.

تُعالج برامج الولاء المرتكزة على هذه النظرية العملاء المشاركين عبر اقتراح معايير للمقارنة الاجتماعية ذلك عبر تقسيمهم إلى طبقات معيارية، تتفاوت في هذه الطبقات تقديرات الرضا والتي تعتمد على شعور الخصوصية بالاستهداف.

1-7-2- الآلية القائمة على القصور الذاتي (inertia-based mechanism)

ترتكز هذه الآلية على مبدأ الأفعال المتكررة، ولدراستها يعتمد الباحثون الاستفادة من نظريات الاقتصاد السلوكي كنظرية التعلّم السلوكي (Behavioral Learning Theory) ونظرية الاحتمال (Prospect Theory). يكون الهدف الرئيسي لبرامج الولاء من هذا النوع إيجاد طرق من شأنها تكرار أفعال الشراء وتعزيز الارتباط بالشركات.

من المتعارف عليه في برامج الولاء تقديم مكافآت معينة كهدايا أو منتجات تطابق رغبات العميل، وأيضًا تقييم تكاليف هذه المكافآت بشكل عقلائي تبعًا والقيمة المرجوة من هذه المكافآت، كبناء عادات شرائية متكررة لدى العملاء أو زيادة تكلفة التبديل (Switching Cost).

بكلمات أخرى، يمكن وصف هدف هذا النمط من برامج الولاء بأنه السعي وراء بناء عادات وأنماط استهلاكية للعملاء بناءً على ردة الفعل المختلفة للعملاء تجاه الخسارة أو الكسب.

1-2-7-1 - النظرية الاحتمالية

تقدم هذه النظرية شرحاً منهجياً لدراسة ردة الفعل المختلفة للأفراد تجاه الربح أو الخسارة. إذ تتبنى مفهوم التفضيل الفردي للخسائر الأقل مع التيقن التام بالمكسب الأعلى المحتمل مع مخاطر أعلى. وتشجع هذه النظرية مناقشة التراكمية لعدم التأكد والمخاطر المحتملة عبر الأخذ بعين الاعتبار عدة توابع مختلفة الأوزان. فيكون القرار هنا تراكمي بحت وغير مستقل، ويخضع لتأثير مبدئين هما:

- **مبدأ الحساسية المتناقصة (Diminishing Sensitivity Principle):** والذي يتبنى فكرة حساسية الفرد تجاه الاستجابة للتغيرات في الحافز والتي تتناسب عكساً مع شدة الحافز، فمثلاً، قد يؤدي ربح 5 دولار أمريكي إلى إحداث متعة أعلى لدى التوقع المسبق للربح 10 دولار أمريكي مقارنة بما لو كان الربح المرجو 100 دولار أمريكي.
- **مبدأ تجنب الخسارة (The Loss Aversion Principle):** والذي يشير إلى ميل الأفراد إلى تفضيل تجنب الخسائر مقارنة بالكسب المماثل لنفس القيمة، على سبيل المثال، يميل الأفراد إلى أرجحية عدم خسارة 5 دولار أمريكي مقارنة بكسبها في حالة استشعارهم بمخاطر.

يمثل هذين المبدئين أساساً نظرياً للعديد من أبحاث برامج الولاء المعتمدة على النظرية الاحتمالية؛ وخاصةً لدى محاكاة الدافع أو عدم الدافع لإنجاز عمليات شراء بغية استبدالها بنقاط تفيد لاحقاً في مقايضتها على الاستفادة من خدمات مجانية أو تخفيضات، إذ تركز النظرية الاحتمالية على دراسة تقييمات العملاء المختلفة للتكاليف والمنافع المرتبطة بهذه النقاط.

1-7-2-2- نظرية التعلّم السلوكي

تتناول هذه النظرية مفهوم تأثير البيئة الماضي والحاضر على الأفراد. فعلى الرغم من أهمية التأثير الحالي للبيئة ومدى أهميته كمنتبئ إلا إنّ له ارتباط وثيق بما سبقه. تنبئ نظرية التعلّم السلوكي على النظرة المستقبلية المحتملة للسلوك والذي يمكن تغييره أو التعرّف عليه بوساطة إخضاعه لمحفزات. وفقاً للمبدئين:

1- يسعى الأفراد إلى انتهاج سلوكيات تساعدهم على تلقي مكافآت.

2- يتجنب الأفراد السلوكيات التي تؤدي إلى الخسائر.

1-7-3- الآلية القائمة على العلاقات أو (relationship-based mechanism)

يوظف الباحثون نظريتي الإنصاف (Equity Theory) ونظرية التبادل الاجتماعي (Social Exchange Theory) في تطبيقات هذا النوع من برامج الولاء. على اعتبار أنّ أحد أهم أهداف برامج الولاء هي تشكيل العلاقات بين الشركة وعملاءها والحفاظ عليها وتقويتها. فالعلاقات القوية من هذا النوع وكيفية تجليها سواءً بالتبادلات أو التفاعلات المختلفة مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بزيادة الأرباح واستبقاء العملاء.

أثبتت هذه النظريات مكانتها في تحويل علاقات العملاء إلى علاقات طويلة الأمد؛ وذلك من خلال التركيز على الأدوار الأساسية التي تشغلها الفوائد الاجتماعية والمتعة والمنفعة.

1-7-3-1- نظرية التبادل الاجتماعي

تدرس هذه النظرية التبادلات في العلاقة الثنائية -بين الشركة والعميل- إذ تؤكد على أن تكوين علاقة ما يستند إلى التفاعل بين طرفيها، فغالباً لا تكون أفعال الشراء اعتباطية بل يسبقها تحليل للتكلفة والفائدة المتوقعة. ترتكز هذه النظرية على عدة افتراضات هي كالتالي:

1- رغبة الفرد في زيادة الفائدة وتقليل الخسارة أثناء عمليات التبادل.

2- التبادل المشترك، أي قيمة مقابل قيمة.

3- يطلب التبادل والمنفعة المتبادلة علاقات تعاونية طويلة الأمد، مع التنبّه إلى تناقص القيمة المتوقعة تبعًا لقانون المنفعة الهامشية (Marginal Utility).

1-7-3-2- نظرية الإنصاف

تتبنى نظرية الإنصاف مسلمة الأفراد في العلاقات المتبادلة يقارنون نسبة المدخلات إلى المخرجات المرجوة من هذا التبادل. وعليه فإنّ عدم الإنصاف يكون عند عدم الاتساق النفسي بين نسب المدخلات والمخرجات؛ والذي قد يسبب شعور عدم الراحة بين الأطراف وبالتالي قد يشجع على تغيير سلوكياتهم المستقبلية.

بالنسبة لبرامج الولاء يمكن للتفاعلات المختلفة بين العملاء التسبب بالشعور/عدم الشعور بالعدل أو الامتتان أو الشك. أُشير في (Chen, et al., 2021) إلى أنّ فكرة عدم مكافأة العملاء قد تؤدي إلى مراحل متدنية من الشعور بالرضا. بالمقابل، نوّه (Chen, et al., 2021) أيضًا إلى أن منح العملاء مكافآت غير مستحقة من شأنها إثارة الشك لديهم بشأن الدوافع على الرغم من شعور الامتتان.

2- مفاهيم في الإحصاء

نتناول في هذه الفقرة المفاهيم الإحصائية المستفاد منها في تطبيق الحل المقترح، وهي كما يلي:

2-1- تحليل التمييز الخطي

في عام 1936، اقترح رونالد فيشر نموذجًا قادر على الفصل الخطي بين مجموعتين. تبع ذلك عام 1948 تعميمًا لنموذج فيشر من قبل الرياضي والإحصائي (C. R. Rao) وهو نموذج بمقدوره الفصل بين عدة مجموعات وسُميَ (Linear Discernment Analysis) أو اختصارًا (LDA)، يستخدم عادة في مسائل التصنيف وتقليل الأبعاد وتمثيل المعطيات (Visualization) إلا إنَّ دوره الرئيسي يبرز كمصنّف خطي، يسعى LDA إلى إيجاد تركيبة خطية من واصفات مجموعة المعطيات المدروسة؛ بهدف جعل الفصل بين الأصناف أعظمي، أي يختار مجموعة الواصفات الأكثر قدرة على الفصل والتمييز بين الأصناف. (James, et al., 2023)

يفترض LDA فرضيتين أساسيتين عن مجموعة المعطيات المتعامل معها، إلا إنَّه يبدي نتائج جيدة في حالة عدم تحققها أيضًا، وهي:

1- السمات تتبع التوزيع الغوسي.

2- كل مجموعة أو (Class) لديه مصفوفة تغاير متطابقة.

لتطبيق LDA يتَّبَع ما يلي:

1- حساب المتوسط الحسابي لكل مجموعة (μ_j) .

2- حساب مصفوفة الانتشار (Scatter Matrix) والتي تتضمن حسابات مصفوفة التباين

الداخلية (S_W) ومصفوفة التباين الخارجية (S_B) كما يلي:

$$S_w = \sum_j \sum_{x_i \in \Delta_j} (x_i - \mu_j)(x_i - \mu_j)^T$$

$$S_B = \sum_j n_j * (\mu_j - \mu)(\mu_j - \mu)^T$$

3- حساب القيم والأشعة الذاتية للمصفوفة: $[inv(S_w) * S_B]$

4- حساب أشعة التمييز والتي تمثل عدد $(k - 1)$ من الأشعة الذاتية، وهنا k تشير إلى عدد القيم الذاتية الأعظمية المختارة.

5- أخير، تُسقط مجموعة المعطيات ذات البعد D على الأبعاد الجديدة D' والتي تكون من رتبة $k - 1$.

فيما يلي نستعرض أمثلة طبقت فيها LDA في مجموعتين وفي ثلاث مجموعات.

❖ مثال لحساب قيمة فيشر بين مجموعتين:

بفرض وجود خمس نقاط بيانات موزعة في مجموعتين كما يلي:

$$GroupA: \{2, 4, 6, 8, 10\}$$

$$GroupB: \{1, 3, 5, 7, 9\}$$

لتطبيق LDA، اتبع ما يلي:

3- حساب المتوسط الحسابي لكل مجموعة:

$$\bar{x}_A = 6, \quad \bar{x}_B = 5$$

4- حساب التباين داخل كل مجموعة:

$$S_{within-A} = S_{within-B} = 8$$

5- حساب التباين بين المجموعتين:

$$S_{Between-group} = 0.25$$

-6 حساب معدل تمييز فيشر:

$$\frac{S_{\text{Between-group}}}{S_{\text{within-group}}} = \frac{0.25}{(8 + 8)} = 0.015625$$

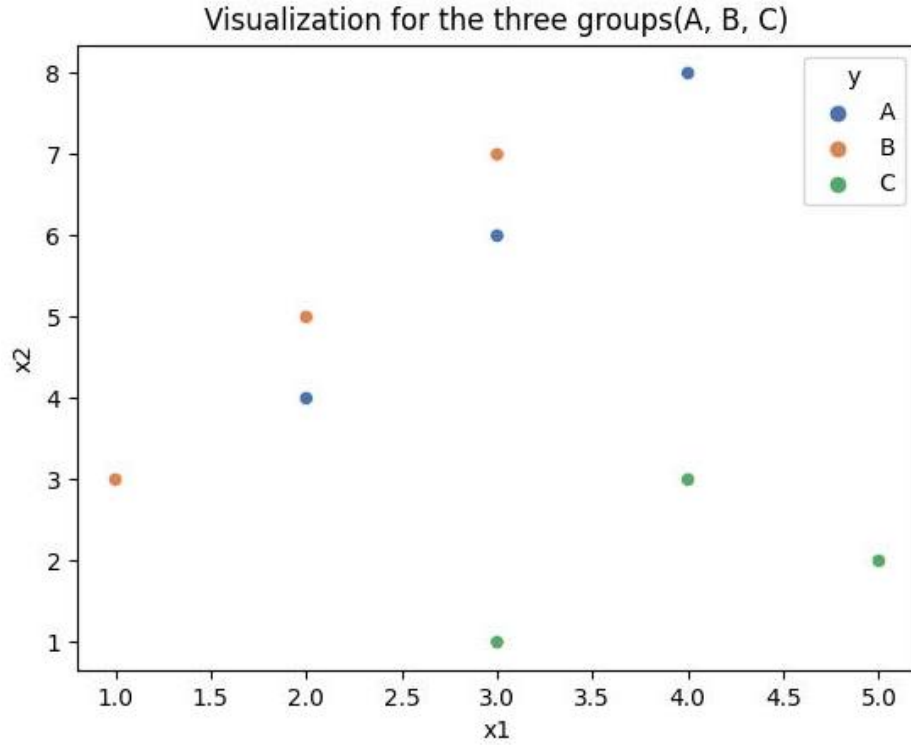
قيمة معدل فيشر العالية تشير إلى وجود فصل واضح بين المجموعتين، لكن في هذا المثال القيمة صغيرة نسبيًا؛ وبذلك لا يوجد فصل واضح جدًا بين المجموعتين.

❖ مثال لحساب LDA بين ثلاث مجموعات:

GroupA: {(2, 4), (3, 6), (4, 8)}

GroupB: {(1, 3), (2, 5), (3, 7)}

GroupC: {(3, 1), (4, 3), (5, 2)}



الشكل 2: تمثيل المجموعات الثلاث (A,B,C) بيانياً

-1 حساب المتوسط الحسابي لكل مجموعة:

$$\mu_A = [3, 6], \quad \mu_B = [2, 5], \quad \mu_C = [4, 2], \quad \mu_{total} = [3, 4.33]$$

-2 حساب مصفوفة الانتشار (Scatter Matrix) والتي تتضمن حسابات الانتشار الداخلي للمجموعات

والانتشار الخارجي فيما بينهما كما يلي:

• مصفوفة الانتشار الداخلي:

$$S_{within-A} = S_{within-B} = \begin{bmatrix} 2 & 4 \\ 4 & 8 \end{bmatrix}, \quad S_{within-C} = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$$

$$S_{within\text{-}group} = S_{within\text{-}A} + S_{within\text{-}B} + S_{within\text{-}C} = \begin{bmatrix} 6 & 9 \\ 9 & 18 \end{bmatrix}$$

• مصفوفة الانتشار الخارجي:

$$S_{Between\text{-}group} = \begin{bmatrix} 2 & -3 \\ -3 & 8.67 \end{bmatrix}$$

-3 حساب القيم والأشعة الذاتية

بالنسبة للقيم الذاتية: $eigen\ values = [0.059, 5.19]$

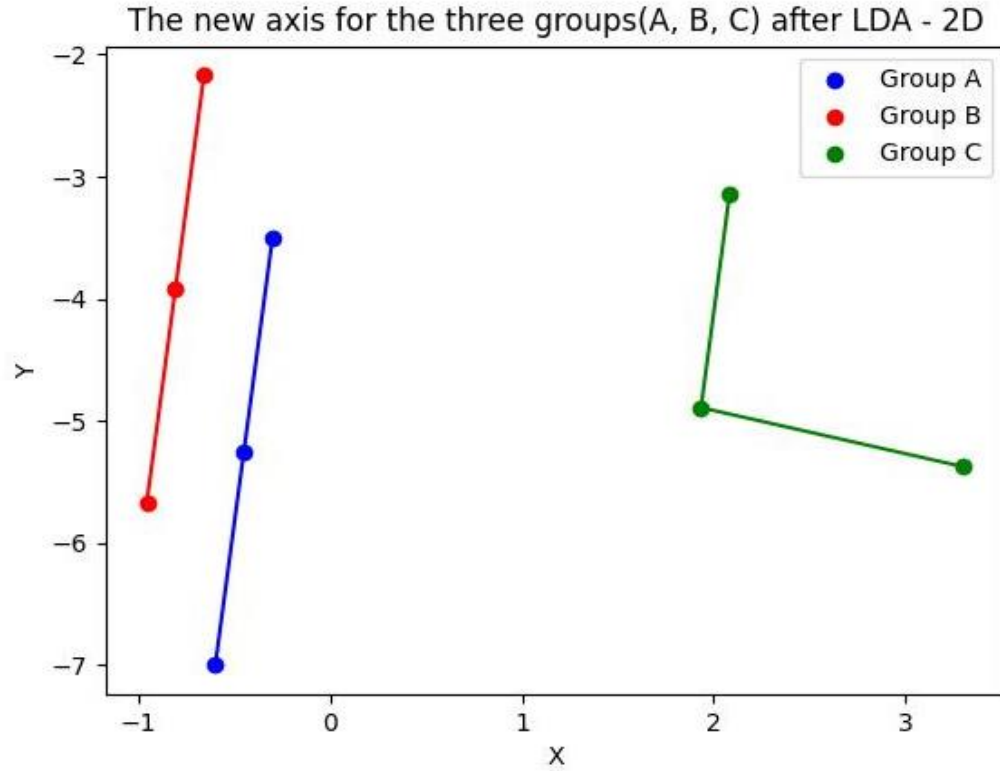
بالنسبة للأشعة الذاتية:

$$eigen\ vectors = \begin{bmatrix} -0.907 & 0.86 \\ -2.42 & -0.505 \end{bmatrix}$$

-4 ترتب الأشعة الذاتية تبعًا لقيمتها الموافقة تنازليًا ومن ثم اختيار أشعة التمييز تبعًا لذلك الترتيب كما يلي:

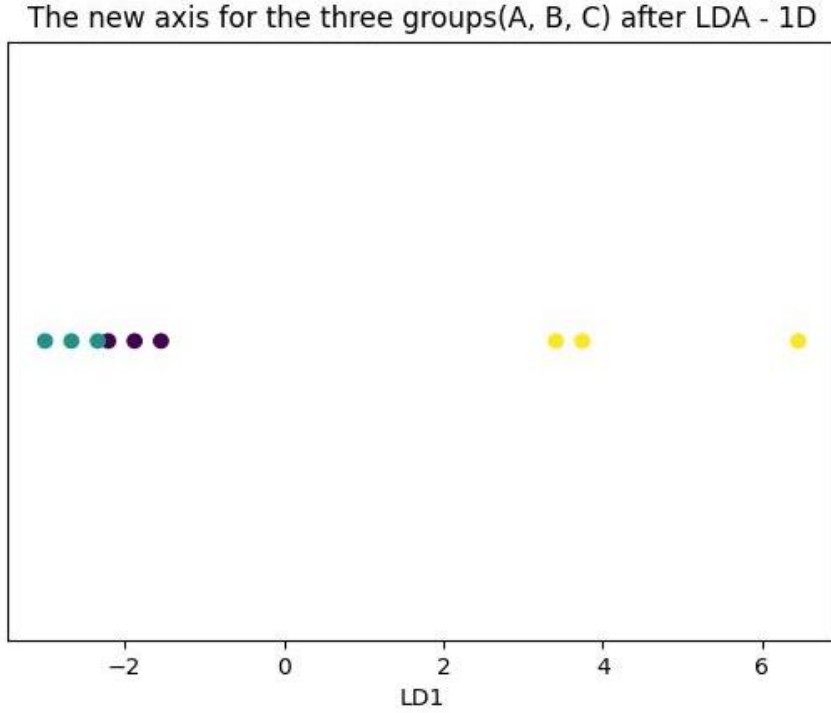
القيم الذاتية	الشعاع الذاتي الموافق
5.19	[0.86, -0.505]
0.059	[-0.907, -2.42]

5- تُشكّل الأبعاد الجديدة تبعًا للجداء السلمي بين مجموعات المعطيات والأشعة الذاتية المختارة ويعبّر عنها بالشكل 3 التالي:



الشكل 3: الإحداثيات الجديدة للمجموعات الثلاث (A, B, C) - ثنائية البعد.

نلاحظ في الشكل 4 وجود إمكانية لفصل خطي بين المجموعات الثلاث ويمكن التعبير بطريقة البعد الواحد عند إجراء عملية جداء سلمي بين مجموعة النقاط والشعاع الذاتي الأول (المرافق للقيمة الذاتية العليا).



الشكل 4: الإحداثيات الجديدة للمجموعات الثلاث (A, B, C) - أحادية البعد.

2-2- اختبار التباديل الإحصائي

يصنف اختبار التباديل أو (Permutation Test) بأنه اختبار إحصائي لا معلمي (Non-parametric Test)، تُستخدم هذه النوعية من الاختبارات في حالات عدم معرفة وتحقق الافتراضات حول المجتمع الإحصائي المأخوذ منه العينة، إضافة إلى ذلك يتسم بالمرونة وتدني مستوى الثقة لدى مقارنته باختبارات الاحصاء المعلمي (Parametric Tests). عادة ما تتطلب الاختبارات الإحصائية اللامعلمية قليلاً من الافتراضات وتحديداً في حالة عدم وضوح معالم المجتمع الإحصائي المأخوذ منه العينة أو آلية وكيفية توليد المعطيات الإحصائية فيه، أشهر هذه الافتراضات هي افتراضية قابلية التبدل. إضافة إلى ذلك، يعد اختبار التباديل طريقة فعّالة في اختبار المعنوية أو الدلالة الإحصائية (statistical significance)؛ نتيجة لأهميته في تقدير التوزيع الإحصائي للمجتمع المأخوذ منه العينة المدروسة. (Holt & Sullivan, 2023; James, et al., 2023)

لمقارنة التجربة المدروسة مع عتبة المعنوية الإحصائية يلزم في أية اختبار إحصائي قيمة تسمى بقيمة p أو (p -value)، والتي تمثل احتمالية الحصول على نفس قيمة المشاهدات المدروسة وذلك تحت شرط صحة وتحقق الفرضية الصفرية؛ ونتيجة لذلك فإنه لدى الحصول على قيمة صفرية أقل أو تساوي عتبة الدلالة الإحصائية، يمكن رفض الفرضية الإحصائية والقول بإن الناتج ذو معنوية إحصائية. لتمثيلها في اختبار التباديل الإحصائي يُختار عشوائياً عينة (بدون تبديل) من التبديلات الممكنة للمتغيرات المدروسة. وتمثل قيمة p في هذه الحالة نسبة العينات التي حققت باختبارها الإحصائي نتيجة أعلى مما حُقق سابقاً في المعطيات الملاحظة.

❖ يتوضح في المثال التالي فكرة اختبار التباديل مع تحليل التمييز الخطي:

على فرض وجود نفس المجموعتين السابقتين -المستخدمتين في مثال LDA السابق- وهما:

$GroupA: \{2, 4, 6, 8, 10\}$

$GroupB: \{1, 3, 5, 7, 9\}$

لتنفيذ اختبار التباديل بغاية معرفة وجود فصل بين المجموعتين تبعًا ل LDA :

حساب الاختبار الإحصائي للمشاهدات، وهنا لدينا مجموعتين؛ يمكن تطبيق معدل تمييز فيشر المحسوب سابقًا (في فقرة تحليل التمييز الخطي) وهو يساوي إلى: 0.015625.

1- اختيار نقاط بيانات عشوائيًا من كلتي المجموعتين مع تبديل العناوين لكل منهما:

$pooled\ dataset = \{2, 4, 6, 8, 10, 1, 3, 5, 7, 9\}$

2- ومن ثم اختيار مجموعتي بيانات عشوائيًا لكلتي المجموعتين:

$GroupA: \{2, 4, 7, 8, 9\}$

$GroupB: \{10, 5, 3, 1, 6\}$

3- حساب معدل تمييز فيشر لكلتي المجموعتين المشكلتين وهو يساوي إلى: 0.0769

4- يعاد تنفيذ الخطوتين 2 و 3 عدد كبير من المرات (على سبيل المثال 1000) وذلك بغاية الحصول على توزع الاختبار الإحصائي الخاضع للفرضية الصفرية (لا يوجد فصل بين المجموعتين).

5- بالنسبة لحساب قيمة p ، وكما ذكرنا سابقًا في تمثل نسبة الاختبارات الإحصائية المبدلة والتي تكون أكثر تطرفًا (أكبر أو أصغر) من الاختبار الإحصائي الأساسي (0.015625). بكلمات أخرى، هو تمثيل لاحتمالية الحصول على اختبار إحصائي أكثر تطرفًا من الاختبار الإحصائي للمشاهدات بفرض صحة الفرضية الصفرية. وبالتالي فإن الحصول على قيمة p أقل من عتبة المعنوية الإحصائية المحددة مسبقًا إثباتًا واضحًا على أن المجموعتين مفصولتين تمامًا (عكس الفرض الصفرية).

2-3-3- بُعد فاستتاين

بدايةً، تختلف طريقة لفظ هذه المسافة (Wasserstein distance) تبعًا للغة، فبالإنكليزية تلفظ واسرستين وفي الألمانية فاستتاين -اللفظة الأكثر شهرة في وسط الأبحاث العلمية- وأيضًا تسمى بمسافة محرّك الأرض أو (Earth mover's distance).

تُعنى بُعد فاستتاين بقياس كمية الاختلاف بين توزيعين احتماليين $W(P, Q)$ بارتكازها على مفهوم النقل الأمثلي (optimal transport) والذي يسعى ضمنيًا إلى إيجاد طريقة لتحويل التوزيع الاحتمالي الأول ويسمى المصدر إلى التوزيع الاحتمالي الآخر ويسمى بالوجهة بأقل تكلفة ممكنة. (Givens & Shortt, 1984)

تعرف بُعد فاستتاين $W(P, Q)$ فيزيائيًا بإنّها أقل كمية من العمل اللازم لتحويل (P) إلى (Q) . وتعرف رياضياً بالعلاقة التالية:

$$W(P, Q) = \inf \left[\int d(X, Y) \cdot \gamma(X, Y) dx dy \right]$$

$$\gamma(X, Y) = P(X \leq x, Y \leq y)$$

يحتاج لإتمام عملية حساب بُعد فاستتاين اعتبارات تتعلق بشكل خاص بكمية الكتلة المنقولة من كل نقطة من التوزيع المصدر (P) إلى النقطة الموافقة لها من التوزيع الهدف (Q) يعبر عن هذه الكتلة بالتابع $\gamma(X, Y)$ ، ولكن من دون حساب تكلفة النقل يصبح الأمر منقوصًا؛ لذلك يعبر عن هذه التكلفة بالمسافة المتبعة والمقطوعة بين التوزيعين $d(X, Y)$ ، تختلف هذه المسافات تبعًا لمكان توظيفها وقد اعتمدنا في هذا البحث على المسافة الإقليدية المعروفة (Euclidean distance).

2-3-3-1 خصائص بُعد فاستتاين

1- فضاء متري: يحقق بُعد فاستتاين خصائص الفضاء المتري (E, d) حيث E هي مجموعة و

d هي مسافة (دالة):

$$d: E \times E \rightarrow \mathbb{R}^+$$

وبالتالي هي موجبة تمامًا ومتناظرة وتتبع لمتراجحة المثلث (Triangle Inequality)؛ هذا يعني صلاحيتها كمقياس اختلاف بين التوزيعات الاحتمالية.

2- حساسية تجاه الفروقات المحلية: تأخذ بُعد فاستشتاين بعين الاعتبار الفروقات المحلية بين

التوزيعين، أي كيفية التقاء كل نقطة في توزع المصدر إلى النقطة الموافقة لها في التوزع الهدف.

3- استمرارية: تمثل بُعد فاستشتاين على أنها دالة مستمرة تحترم التوزع الضمني؛ تقيد هذه الخاصية

لدى مقارنة توزيعين متقاربين لدرجة كبيرة.

4- تقارب ضعيف: في حال تقاربت سلسلة من التوزعات إلى توزع احتمالي آخر؛ فهي كذلك تتقارب

احتماليًا.

2-3-2- أهمية بُعد فاستشتاين

تكمّن أهم فوائد بُعد فاستشتاين في قدرتها على التقاط المعلومات الجيومترية والبنوية الخاصة بالتوزيعات المرتبطة؛ ولهذا فقد نالت بُعد فاستشتاين شهرة واسعة في العديد من التطبيقات للعديد من المجالات سواءً في الإحصاء، التعلّم الآلي والرؤية الحاسوبية. فيما يلي أمثلة عن استخداماتها:

1. معالجة الصورة: عادةً ما تستخدم بُعد فاستشتاين في مجالات الرؤية الحاسوبية، فقد استخدمت في استرجاع وتأليف الصور؛ عبر دراسة توزيع السمات في الصور، ويمكن لها التقاط الاختلاف والتشابه بين الصور.
2. النماذج التوليدية: تشتهر بُعد فاستشتاين في مجال (Generative Adversarial Networks)، فقد خُصص مجال بحثي قائم بحد ذاته في هذا المجال يعرف ب (Wasserstein Generative Adversarial Networks) أو اختصارًا ب(WGANs)، توظف GANs بُعد فاستشتاين أثناء عمليات تدريبها في توليد إشارات أكثر استقرارًا وذات معنى للشبكات المولدة.

3. أمثلة نماذج النقل والاقتصاد الكمي: تستخدم بُعد فاستناتين عادة في هذين المجالين لقياس كمية الاختلافات الحاصلة بين النماذج الاقتصادية وبيانات المشاهدات. فهي طريقة لقياس مدى الملاءمة بين التوقعات والمعطيات الفعلية وذلك في عمليات التحقق والمعايرة.

3- مفاهيم في الذكاء الصناعي

3-1- المعطيات عالية الأبعاد

تشير لفظة "الأبعاد" في نطاق التعلم الآلي (Machine Learning) إلى عدد السمات (السمات) التي تستخدم عادة في توصيف مجموعة المعطيات المدروسة. فمع وجود تقنيات القياس وتخزين المعطيات المتطورة اليوم، أضحى من الشائع جمع المعطيات للبحث عن الفرضيات بدلاً من اختبار الفرضيات لإجراء تحليل المعطيات الاستكشافية EDA؛ بهدف استخراج المعرفة من المعطيات، مما أدى إلى مجموعة معطيات كبيرة تسجل قيمًا لآلاف السمات وملايين الكائنات. تواجه هذه المعطيات العديد من التحديات الصعبة ولعل أبرزها هي تحليل المعطيات متعددة الأبعاد. فحتى مع وجود المعطيات متوسطة الحجم، يمكن أن تشكل الأبعاد العالية تحديات إضافية. تقترح معظم الأبحاث حلولاً تعتبر في كثير من الأحيان استراتيجية ومن شأنها تقليل التكلفة الحسابية وإظهار نتائج مفيدة. (Alkhayrat M. et al, 2020)

3-2- اختزال السمات

لطالما كان اختيار السمات من المواضيع المنتشرة في الأدبيات والأوساط البحثية؛ لما تشكل من عوائق تقف أما إيجاد الحلول المثلى واستكشاف المعرفة ولذلك يصفها ريتشارد بيلمان باللعة ويعرف عنها بلعنة الأبعاد (Curse of Dimensionality)؛ تعبيراً عما تضيي من تعقيدات على عملية تحليل المعطيات كلما ازداد حجمها. غالباً ما تبرز هذه المشكلة في خوارزميات العنقدة وخاصة تلك التي تعتمد على حساب المسافات. (Alkhayrat, et al., 2020)

مع بروز هذه المشكلة تنهال الاستراتيجيات والخوارزميات التي تطرح حلولاً لهذه المشكلة، ولا بد من التنويه أنّ مجموعات المعطيات المُتعامل مع في هذا البحث هي من الطبيعة متوسطة الحجم. نستعرض فيما يلي أبرز المنهجيات التي تعاملنا معها في البحث:

3-2-1- تحليل المكونات الأساسية PCA

وهي (Principal Components Analysis) وتختصر ب PCA، هي تقنية تركز على مفاهيم الجبر الخطي لتحويل مجموعة من المتحولات (Variables) التي قد تكون مترابطة فيما بينها إلى مجموعة أخرى من المتحولات عددها أقل من عدد المتحولات الأصلية، يستفاد من هذا التقنية في استخلاص المعلومات من الفضاء عالي الأبعاد عبر إسقاط محاور هذا الفضاء وتكوين فضاء جزئي ذي عدد أقل من الأبعاد. تحاول هذه التقنية المحافظة على أكبر قدر من الأجزاء الأساسية والتي تكون ذات التباين (Variance) الأعظمي لمجموعة المعطيات، وبنفس الوقت تعمل على إزالة الأجزاء غير الأساسية وذات التباين الأقل. أما إحصائياً فتعرّف PCA على أنّها إجرائية إحصائية تستخدم التحوّلات المتعامدة (Orthogonal Transformation) لتحويل مجموعة من المشاهد المرتبطة بسماتها إلى مجموعة غير مرتبطة من السمات والتي تسمى المكونات الرئيسية (Principal Components).

تعدّ PCA إحدى تقنيات تقليل الأبعاد غير الخاضعة للإشراف (Unsupervised Dimensionality Reduction Technique)، إذ يمكن استخدامها في عنقدة المعطيات متشابهة النقاط بناءً على ارتباط السمات بينهم وبدون الحاجة للعناوين (Labels). (James, et al., 2023)

يمكن الاستفادة من هذه التقنية في العديد من النواحي ولا يخفي أثرها قبل وبعد تطبيقها لدى العديد من الباحثين ومحلي المعطيات، وفيما يلي أشهر استخداماتها:

1. تمثيل المعطيات (Data Visualization): يواجه العديد من محلي المعطيات مشكلة في عرض

المعطيات ذات الأبعاد العالية، والذي يعتبر خطوة أساسية في خطوات تحليل المعطيات؛ لما يضيفه من قدرات على استيعاب المعطيات وتشكيل الصورة الأولية لمراحل تالية. فمثلاً، يحتاج الكثير منهم معرفة توزع المعطيات وطريقة ارتباطها ولتسهيل تلك العملية تقوم PCA بسماحية تمثيل المعطيات مهما بلغ حجمها على محوري إحداثيات بيانات أو ثلاثة محاور.

2. تسريع أداء خوارزميات التعلم الآلي: وبما أنّ PCA تقنية لتقليص الأبعاد، يمكن الاستفادة من ذلك لتسريع مراحل تدريب واختبار خوارزميات التعلم الآلي وإحداث فروقات زمنية كبيرة وبنفس الجودة وأفضل أحياناً كثيرة.

تعدّ المكونات الرئيسية واختيارها أساساً في PCA، إذ تساهم في كشف ما تخفيه المعطيات. فعلى فرض وجود مجموعة بيانات مؤلفة من عدد كبير من المتحولات، لا يمثل إسقاطها على محاور ضمنية ثنائية وثلاثية الأبعاد فرقاً في فهم المعطيات الكلية، ولكن إسقاطها على مكونين أو ثلاث مكونات أساسية يشكل تمثيلاً ذو معنى وجدوى في فهم مجموعة المعطيات ككل؛ وذلك لتمثيله أعلى كمية ممكنة من التباين لمجموعة المعطيات تلك. (Alkhayrat, et al., 2020)

لدى المكونات الرئيسية بنى الأشعة المعتادة وهي طويل الشعاع واتجاهه. فالاتجاه يمثل اتجاه محور المكونة التي تحوي على التباين الأكبر للمعطيات، بينما طويلة المكونة تعبر عن مقدار ذلك التباين الذي تلتقطه المكونة عند إسقاطها على المحاور. (Phillips, 2015)

لتحقيق المطلوب، نبدأ بمصفوفة المعطيات X ذات أبعادها $m \times n$. يمثل n عدد النقاط وتمثل m الأعمدة. أي كل سطر من هذه المصفوفة يمثل بعداً مختلفاً. يُحسب بعد ذلك تشتت النقاط على كل بعد من

هذه الأبعاد، وبالتوازي مع ذلك، يُحسب أيضًا التباين (Covariance) بين الأبعاد المختلفة، ويمكن تلخيص الخطوتين السابقتين عن طريق مصفوفة التباين (Covariance Matrix) وفقًا لما يلي:

$$Cx = \frac{1}{n-1} XX^T = \frac{1}{n-1} \begin{pmatrix} X_1 X_1^T & \cdots & X_1 X_m^T \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_m X_1^T & \cdots & X_m X_m^T \end{pmatrix}$$

نلاحظ أنها مصفوفة مربعة أبعادها $m \times m$ ، x_i هو السطر رقم i من المصفوفة X ، حيث $i = 1, 2, \dots, m$. x_i^T هو منقول (Transpose) السطر رقم i . عناصر القطر في المصفوفة Cx تعبر عن تشتت الأبعاد التي عددها m ، بينما بقية القيم تعبر عن التباين بين الأبعاد المختلفة. بعد ذلك، يتوجب إيجاد القيم الذاتية (Eigen Values) والأشعة الذاتية (Eigen Vectors) للمصفوفة Cx . نقول عن شعاع v أنه شعاع ذاتي للمصفوفة Cx إذا وفقط إذا تحقق ما يلي:

$$Cx \cdot v = a \cdot v$$

حيث إن a هو عدد موجب يمثل القيمة الذاتية الموافقة للشعاع الذاتي v ، نفهم العلاقة السابقة كالتالي: الجداء $Cx \cdot v$ يمثل إجراء تحويل خطي (Linear Transformation) طُبِّق على الشعاع v باستخدام مصفوفة التحويل Cx . تكون نتيجة التحويل الخطي شعاعًا جديدًا له نفس اتجاه الشعاع v ولكن بطويلة مختلفة. تكون عملية حساب القيم والأشعة الذاتية للمصفوفة المربعة أسهل عندما تكون المصفوفة صغيرة، ولكنه يحتاج إلى طرائق تكرارية عندما تكون أبعاد المصفوفة كبيرة. بعد ذلك نرتب القيم الذاتية تنازليًا، ونضع الأشعة الذاتية بنفس الترتيب كأعمدة ضمن مصفوفة E ، ونعرّف المصفوفة P كما يلي:

$$P = E^T$$

أي أنّ أسطر المصفوفة P هي الأشعة الذاتية. تمثل P مصفوفة التحويل التي تُستخدم للحصول على النقاط الجديدة انطلاقاً من النقاط الأصلية. لتقليل الأبعاد نختار فقط أول r شعاع ذاتي من الأشعة الذاتية المرتبة، إذ أنّ $r < m$ ، وتُشكل P بوساطة الأشعة التي اختيرت، بينما تُحصّل النقاط الجديدة كما يلي:

$$Y = P.X$$

أبعاد المصفوفة Y تساوي $r \times n$ ، أي أصبح لدينا n نقطة جديدة في الفضاء ذو البعد r والتي نتجت عن إسقاط النقاط الأصلية n على الأشعة الذاتية التي حددناها. (بلول وآخرون، 2019)

❖ مثال توضيحي: ليكن لدينا مجموعة النقاط التالية، حيث أنّ $m = 2, n = 10$:

x	2.5	0.5	2.2	1.9	3.1	2.3	2	1	1.5	1.1
y	2.4	0.7	2.9	2.2	3.0	2.7	1.6	1.1	0.6	0.9

• نحسب مصفوفة التغاير فنجد:

$$Cx = \begin{pmatrix} 0.616 & 0.615 \\ 0.615 & 0.716 \end{pmatrix}$$

• ومن ثم نُحسب الأشعة والقيم الذاتية، إذ يوجد شعاعان ذاتيان وقيمتان ذاتيتان موافقتان لهما:

$$v_2 = \begin{pmatrix} 0.685 \\ -0.727 \end{pmatrix}, v_1 = \begin{pmatrix} -0.727 \\ -0.685 \end{pmatrix}$$

$$\lambda_1 = 0.45709362, \lambda_2 = 81.52290638$$

• بما أنّه لدينا بعدين من الأبعاد الأصلية، فإنّ عملية تقليل الأبعاد تعني تقليصيهما إلى بعد

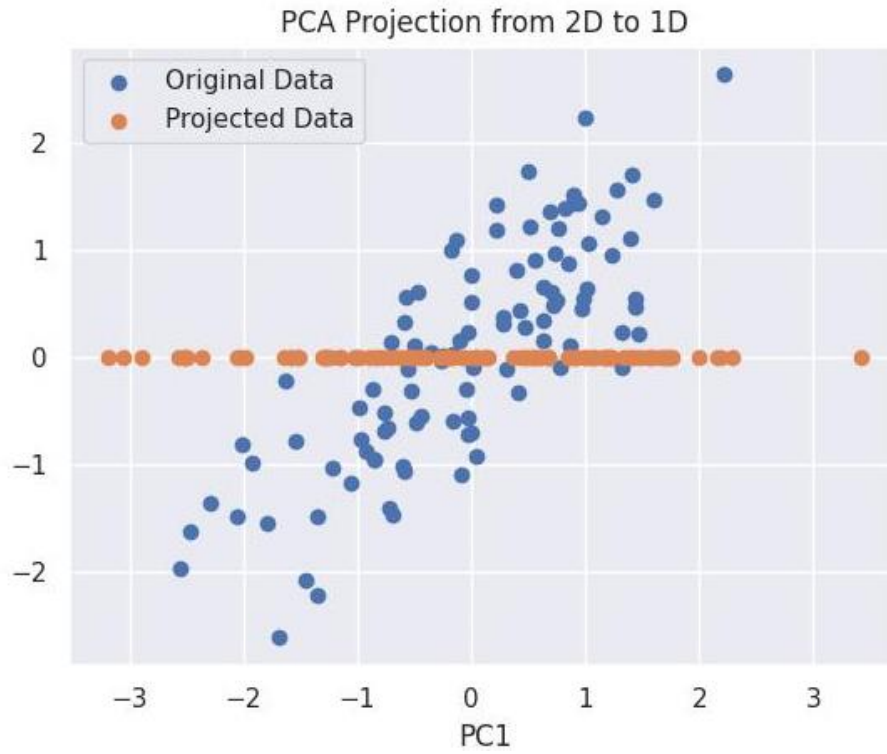
واحد أي اختيار إحدى الأشعة التي حُسبت (v_1 أو v_2)، وبالتأكيد سنختار الشعاع ذو القيمة

الذاتية العظمى أي v_2 . وبإسقاط النقاط الأصلية على v_2 نحصل على النقاط التالية والتي

ستشكل البعد الجديد للبيانات الأصلية وذلك وفق العلاقة التالية:

$$Y = v_2^T \cdot X$$

• يوضح الشكل 5 التالي مجموعة النقاط الأصلية والنقاط الجديدة على المحور الجديد:



الشكل 5: منهجية PCA

PC1	-1.086	2.3	1.56	0.57	1.48	0.09	-1.16	-2.18	-0.34	-1.24
------------	--------	-----	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------

3-3- العنقدة

تصنف العنقدة (Clustering) على إنها إحدى تقنيات التعلّم الآلي غير الخاضع للإشراف (Unsupervised Machine Learning)، استُخدمت في الكثير من التطبيقات بدءًا من التعرف على الأنماط (Patterns Recognition) إلى تحليل ومعالجة الصور (Image Analysis) وتحليل الشبكات الاجتماعية (Social Network Analysis) وصولًا إلى تجزئة الأسواق (Market Segmentation) وتحليلات العملاء (Customer Analytics). بما أنّها نوع من تقنيات التعلّم الآلي غير الخاضع للإشراف فهذا يعني أنّها لا تحتاج إلى معطيات معنونة (Labeled Data) وهو ما تتميز به عن الشق الثاني الأساسي من تقنيات التعلّم الآلي وهو الخاضع للإشراف كالتصنيف (Classification). (James, et al., 2023).

ببساطة تكمن فكرة العنقدة في تقسيم مجموعة من الكائنات إلى عدة عناقيد، إذ يحتوي كل عنقود منهم على مجموعة من الكائنات المشابهة لبعضها إلى حد كبير ومختلفة عن غيرها من العناقيد الأخرى. تستخدم العنقدة في كثير من الأحيان كخطوة أولية ضمن مراحل EDA؛ إذ يساهم ذلك في استخراج معلومات أو أنماط جديدة من المعطيات. لا تعدّ العنقدة بحد ذاتها خوارزمية معينة بل ما هي إلا مهمة يمكن إنجازها بالعديد من الطرق (الخوارزميات)، إذ تختلف هذه الخوارزميات في آليات عملها وكفاءتها. (James, et al., 2023).

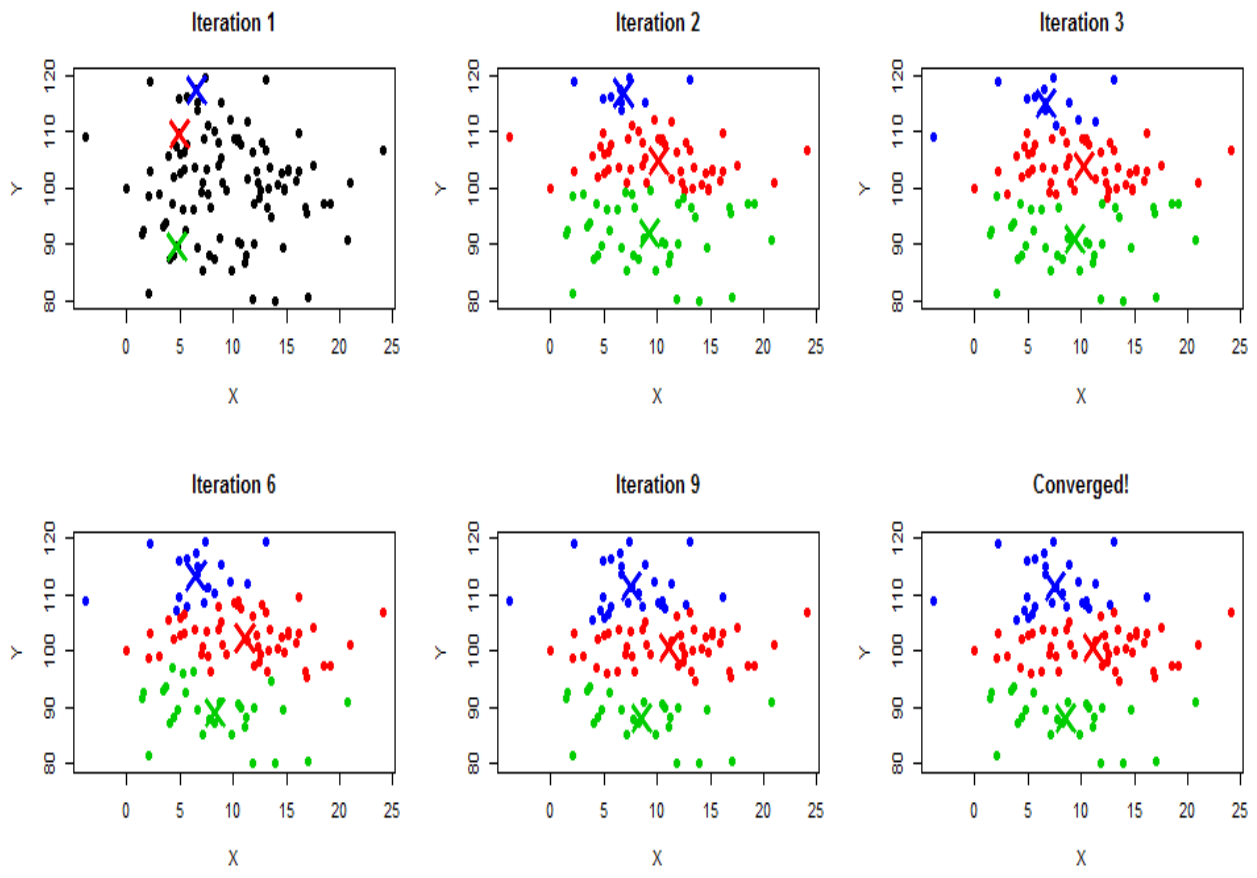
استخدمنا في البحث عدة خوارزميات للعنقدة وفيما يلي أشهر خوارزميات العنقدة بالعموم:

3-3-1- خوارزمية K-Means

من أكثر خوارزميات العنقدة شيوعًا واستخدامًا؛ ذلك نظرًا لسهولة استخدامها من جهة وفعاليتها العالية من جهة أخرى. تركز هذه الخوارزمية على مبدأ تحديد عدد k والذي يمثل عدد العناقيد المراد إنشائها، ثم تُحدد مراكز العناقيد اعتباطيًا، ومن بعد ذلك يُحسب البعد بين هذه المراكز وبقية النقاط بالاعتماد على أحد توابع المسافة -المسافة الإقليدية عادةً- وبعدها تُضم النقاط إلى أقرب مركز بحيث تشكل مع هذا المركز عنقودًا.

تعد خوارزمية K-Means من النوع التكراري (Iterative Algorithms) إذ يمكن تعريف عدد التكرارات المطلوب لإنشاء العناقيد. ويُحدد المركز الجديد للعنقود من جديد في كل تكرار وعليه يُعاد نسب النقاط إلى عناقيدها الجدد. تستمر العملية حتى الاستقرار أي حتى الوصول إلى مراكز ثابتة لا تتغير. يمثل الشكل 6 التالية مثالاً لخوارزمية K-Means بدءاً من التكرار الأول وحتى الاستقرار¹ (Phillips, 2015) .

¹ www.learnbymarketing.com/wp-content/uploads/2015/01/method-k-means-steps-example.png



الشكل 6: خوارزمية *K-Means* بدءًا من التكرار الأول وصولًا للاستقرار

3-3-2- مقاييس التقييم في خوارزميات العنقدة

مجموعة من المقاييس المتبعة في تقييم خوارزميات العنقدة وقياس جودة العملية ككل، ولا بد من الإشارة إلى عدم وجود طريقة واحدة شاملة ومتبعة في جميع المسائل، بل تختلف باختلاف الغاية وطبيعة المسألة وخصائصها.

يصنف (Han & Kamber, 2006) هذه المعايير في ثلاث فئات:

1- **المقاييس الخارجية:** تتطلب هذه المقاييس وجود معايير مقارنة أو حقائق تسمى في لغة

التنقيب بالمعطيات (Ground truth) كمراجع للقياس، كأن تكون موضوعة من قبل خبراء

في مجال المسألة أو أن المسألة تتحمل طبيعة الإشراف (Supervised). مثال على هذه

المعايير: الإنترنتية والمعايير المشتقة منها مثل المعلومات المشتركة وغيرها.

2- **المقاييس الداخلية:** تناسب هذه المقاييس المسألة ذات الخصائص بدون الإشراف

(Unsupervised)، هذا يعني أن المعيار يُشتق من مجموعة المعطيات، كأن نقيس مدى

قدرة هذه الخوارزمية على الفصل.

3- **المقاييس النسبية:** كأن نقارن الشبه في نقاط المعطيات في أحد العناقيد بالنسبة للشبه مع

نقاط المعطيات في العناقيد الأخرى. مثال على هذه المقاييس هو *Silhouette Score*.

فيما يلي نناقش المقاييس المستخدمة في هذا البحث:

3-3-2-1- مقياس NMI

ينتمي (Normalized Mutual Information) واختصارًا NMI إلى مجموعة القياسات الخارجة؛ باعتباره

يعمل على تكميم المعلومات المشاركة ما بين العناقيد الناتجة عن عملية العنقدة C والحقائق:

$$I(C, T) = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k P_{ij} \cdot \log\left(\frac{P_{ij}}{P_{C_i} * P_{T_j}}\right)$$

ويعطى بالعلاقة:

$$NMI = \sqrt{\frac{I(C, T)^2}{H(C) * H(T)}}, \quad 0 \leq NMI \leq 1$$

حيث إن:

$$H(C) = \sum_{i=1}^r P_{C_i} \cdot \log(P_{C_i})$$

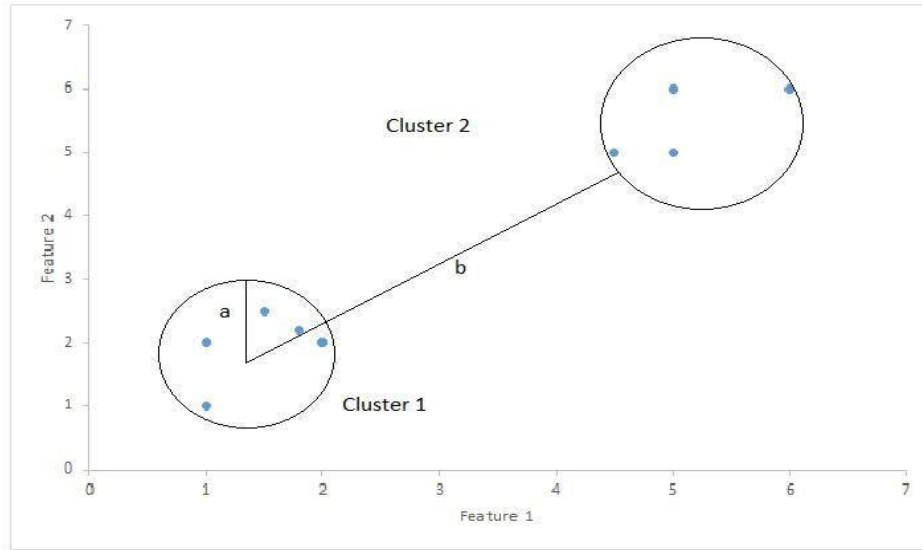
$$H(T) = \sum_{i=1}^r P_{T_i} \cdot \log(P_{T_i})$$

3-3-2-2-2 مقياس *Sillouhette*

ينتمي مقياس *Sillouhette* إلى مجموعة المقاييس النسبية كما ذكرنا. وهو طريقة تعتمد في حسابها على حساب متوسط بعد النقاط المنتمية للعنقود المقصود a (Cluster Cohesion) وبعده عن أقرب نقطة من العنقود الثاني b (Cluster Separation) وذلك وفقاً للعلاقة التالية:

$$Sillouhette \text{ Score} = \frac{b - a}{\max(a, b)}$$

تكون قيمه في المجال $[-1, +1]$ بحيث تشير النتيجة 1 إلى الفصل الواضح والصريح بين العنقودين، وتشير النتيجة 0 إلى أن العنقودين غير مختلفين بينما تُشير -1 إلى أنّ عنقدة النقاط أُضيفت إلى العناقيد الخاطئة. كما هي موضحة في الشكل 7 التالي²:



الشكل 7: تمثيل العناقيد المراد حساب *Silhouette Score* الخاص بها.

3-2-3-3 - مقياس $F1 - Score$

قبل البدء بشرح هذا المقياس، يتوجب شرح مفهوم يسمى مصفوفة اللبس أو (Confusion Matrix) وهي مصفوفة تسمح بوضع تصورات عن أداء خوارزمية في مشكلات التصنيف الإحصائي، ويعبر عنها كما يلي:

جدول 4: مصفوفة اللبس (Confusion Matrix)

		Predicted condition	
		Positive (P)	Negative (N)
Total Population $= P + N$			
Actual condition	Positive (P)	<i>True Positive</i>	<i>False Negative</i>
	Negative (N)	<i>False Positive</i>	<i>True Negative</i>

يشترك من هذه المصفوفة العديد من المقاييس، منها:

$$\text{Precision} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Positive}}$$

$$\text{Recall} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Negative}}$$

ولدى أخذ المتوسط التوافقي لهذين المعيارين، نحصل على $F1 - Score$. يصنف في مجموعة المقاييس الخارجية، ويستخدم لتقييم أداء خوارزميات التصنيف وخوارزميات العنقدة بوجود قواعد الحقيقة (Han & Kamber, 2006)، يعطى بالعلاقة التالية:

$$F1 - Score = \frac{2}{\left(\frac{1}{Recall} + \frac{1}{Precision}\right)} = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall}$$

3-4- قيمة شابلي

قدّم ليود شابلي في عام 1951 استراتيجية حل لمسألة التوزيع العادل لكلي حالة الخسارة والربح في نظرية اللعبة بين عدة لاعبين ضمن بيئة تحالف (Coalition). إذ تعبّر الفكرة العامة لنظرية اللعبة عن تنافس لاعبين اثنين أو أكثر؛ هدفًا في تحقيق المكاسب المتوقعة (payoff)، بحيث يكون لكل لاعب استراتيجية معينة. (Molnar, 2022)

تُطبق قيمة شابلي بشكل أساسي في الحالات التي تكون فيها مساهمات كل لاعب غير متعادلة، مع التتويه إلى أنّ كل لاعب يلعب بتعاون مع اللاعبين الآخرين للحصول على المكسب. تأتي قيمة شابلي للتأكيد بأنّ كل لاعب يكسب نفس القدر أو أكثر فيما لو لعب بمفرده، تعتبر قيمة الربح أمرًا هامًا لأنه وبخلاف ذلك لن يكون هناك حوافز للاعبين في التعاون.

يمكن التعبير عن قيمة شابلي بإيّها القيمة المتوقعة للمساهمة الهامشية (Contribution Margin) لأحد اللاعبين بعد الأخذ بعين الاعتبار جميع مساهمات اللاعبين الآخرين. عطفاً على ذلك، تعرّف المنفعة الهامشية في مفاهيم الاقتصاد بإيّها مقدار مساهمة المنتج أو الخدمة المباعة في الربح العام للشركة وتحسب عن طريق طرح التكلفة المتغيرة من سعر المبيع لهذا المنتج أو هذه الخدمة. هذا يعني أنّ قيمة شابلي من شأنها المساهمة في تحديد المكسب العادل لكل اللاعبين مع الأخذ بعين الاعتبار مقدار مشاركة هذا اللاعب. (Molnar, 2022)

يشترط هذا التوزيع العادل الشروط التالية:

- 1- كل المكاسب الناتجة عن التعاون توزع على اللاعبين المشاركين ويهمل من لديهم مشاركة معدومة.
- 2- مساهمة متساوية ينتج عنها مكاسب متساوية القيمة. وبذلك مساهمة معدومة ينتج عنها مكاسب صفري.
- 3- لا يمكن تجزئة اللعبة إلى مجموعات ألعاب أصغر تساهم بمجموعها بالمكاسب العام.

يُستفاد من قيمة شابلي في شرح نتائج نماذج التعلّم الآلي ومدى مساهمة كل سمة تُرب عليها النموذج في الخرج، فيما يلي نناقش فكرة تطبيقها في نماذج التعلّم الآلي:

3-4-1- قيمة شابلي في نماذج التعلّم الآلي

لتكن لدينا $\hat{f}(x)$ وهي خرج نموذج تتبؤ خطي للمدخل x يمكن التعبير عنه بالعلاقة التالية:

$$\hat{f}(x) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p$$

حيث أنّ: x_j تمثل شعاع السمة و β_j هو شعاع الأوزان التابع لها.

يمكن حساب مساهمة السمة x_j في نموذج التنبؤ $\hat{f}(x)$ والتي يعبر عنها ب ϕ_j وفق العلاقة التالية:

$$\phi_j(\hat{f}) = \beta_j x_j - E(\beta_j X_j) = \beta_j x_j + \beta_j E(X_j)$$

حيث أنّ: $E(\beta_j x_j)$ هو القيمة المتوقعة لتأثير السمة j والتأثير هنا هو الفرق بين تأثير السمة j ومتوسط التأثير الكلي.

وبالتالي عند جمع كل مساهمات السمات لمثيل واحد يمكن الحصول على ما يلي:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^p \phi_j(\hat{f}) &= \sum_{j=1}^p (\beta_j x_j - E(\beta_j X_j)) = \left(\beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_j \right) - \left(\beta_0 + \sum_{j=1}^p E(\beta_j X_j) \right) \\ &= \hat{f}(x) - E(\hat{f}(X)) \end{aligned}$$

وهي الفرق بين قيمة التوقع للمثيل x القيمة المتوقعة لقيم التنبؤ. مع التنويه إلى السماحية مع السلبية للمساهمات.

نأتي الآن إلى حساب قيمة شابلي لسمة ما val ، والتي تحسب عن طريق حساب مساهمتها في الخرج موزونة ومضافة بالنسبة لتوافق قيم السمات الأخرى المشاركة، وفق العلاقة:

$$\phi_j(val) = \sum_{S \subseteq \{1, \dots, p\}} \frac{|S|! (p - S - 1)!}{p!} (val(S \cup \{j\}) - val(S))$$

حيث أن S تكون مجموعة جزئية للسمات المشاركة بالمرجات النموذج. (Molnar, 2022)

في نهاية هذه الفقرة يمكننا القول بأنه وعلى الرغم من فائدة قيمة شابلي في تفسير مخرجات نموذج التعلم الآلي إلا إنها تعاني من قصور تتعلق بالتأثير الجماعي فالعامل المؤثر على خرج نموذج ما ليس ثابتاً بالملق، أي أن تأثير عامل على نتائج نموذج ما يخضع لتأثيرات مرتبطة بالعوامل الأخرى المشاركة. (Molnar, 2022)

3-5- تفسيرات الواقع المغاير

تعرف ب (Counterfactual Explanations)، تشير لفظة (Counterfactual) لغويًا إلى ذلك التعبير المراد به وصف ما يحدث أو قد يحدث تحت ظروف مغايرة. معنويًا، لا يختلف الأمر عند استخدام هذه اللفظة في الذكاء الصناعي، إذ تعتبر أداة مهمة ومستخدمة بكثرة في (Explainable Artificial Intelligence) واختصارًا (XAI). تعبر Counterfactual عن مفهوم وشرح العلاقة السببية من الشكل "فيما لو لم يحدث X ، فإن Y قد لا يكون قد حدث." على سبيل المثال: لو لم أشرب القهوة الساخنة، لما احترقت. هنا الحدث Y هو الحرق؛ والمسبب له كان شرب القهوة الساخنة X ، إنَّ التفكير بالواقع المضاد يكون بافتراض العالم من دون حدوث الحدث X مثلاً. (Molnar, 2022)

إسقاطاً على مفاهيم التعلّم الآلي، توصف طريقة (Counterfactual Explanations) أنّها من نوعية (model-agnostic) أي إنّها تعمل فقط على دخل وخرج النموذج دون التدخل بطريقة عمله الداخلية. يمكن تمثيل الحدث (Y) بنتائج تنبؤ نموذج تعلّم آلي ما لمثال معين (Instance). والمسبب لهذا الحدث هو مجموعة الواصفات الخاصة بذلك المثال. وبالتالي يمكن الاستفادة من إنشاء سيناريوهات توافق تغيير نتائج التنبؤ في جهة مرغوبة، أي يمكن دراسة أقل قيمة للتغيير الحاصل في إحدى الواصفات ومراقبة التأثير على الخرج.

على سبيل المثال، تُفيد تفسيرات الواقع المضاد بمناقشة ما يلي: عند رفض برنامج المخاطر المتعلقة بالقروض الخاص ببنك ما طلب العميل Z في الحصول على قرض، تقدم العميل Z بطلب لمعرفة أسباب الرفض (الدخل السنوي العمر، الحالة الاجتماعية، عدد البطاقات الائتمانية، ...) وما يتوجب فعله بأقل التقديرات لتلاشي الرفض في المرات القادمة؛ وعليه تبيّن السيناريوهات التالية:

1- فيما لو كسب العميل Z مبلغًا سنويًا 10,000 دولارًا أمريكيًا، فإنّه سيحصل على القرض.

2- فيما لو امتلك العميل Z بطاقات ائتمانية أقل، ولم يتأخر بسداد القرض المسحوب في آخر السنوات الخمس الماضية.

تتصدر تفسيرات الواقع المغاير بأنها تقديمًا لتفسيرات منخفضة التجريد ومفهومة بشريًا. تعاني هذه المنهجية من تأثير يسمى بتأثير راشومون (Rashomon effect)؛ إذ أنّ لجميع السيناريوهات المقترحة خرجًا متماثلًا، إلا إنّها تتناقض في مضامينها. (Molnar, 2022)

3-5-1- توليد سناريوهات الواقع المغاير

تمثل عملية التجريب والخطأ نقطة انطلاقًا لتوليد السيناريوهات، يمكن عن طريقها معايرة السمات المقصودة والتنبؤ بالخرج المرغوب. للتحكم بعمليات المعايرة هذه لا بد من تعريف دالة (Loss Function) يكون دخلها المثال x والمثال المغاير x' وخرجه المرجو y . تقيس هذه دالة بعد الخرج المرجو للمثال المغاير y' عن نتيجة

نموذج التوقع المدروس بالنسبة لنفس الدخل \hat{x} . للحصول على أفضل السيناريوهات لا بد من إجراء عمليات أمثلة كما هو معتاد في خوارزميات التعلم الآلي (Molnar, 2022)

فمثلاً، يناقش (Wachter, et al., 2018) أمثلة هذه الدالة انطلاقاً من التعريف التالي:

$$\mathcal{L}(x, \hat{x}, y, \lambda) = \lambda \cdot (\hat{f}(\hat{x}) - y)^2 + d(x, \hat{x})$$

يوازن المعامل λ عملية التنبؤ أمام فرق المسافة بين القيمتين x و \hat{x} ؛ هذا يعني أنّ قيمة λ عالية يقابلها تفضيل \hat{x} أن يكون مشابهاً ل x .

4- خاتمة الفصل

قدمنا في هذا الفصل مناقشة لمواضيع البحث بطريقة عامة ومقتضبة، بدءاً من النقاش عن المفاهيم التسويقية التي ارتبطت بهدف البحث الأساسي، وكذلك بالنسبة للمفاهيم الإحصائية التي استُخدمت في البحث لإثبات صحة فرضية أو عدم صحتها، وختاماً بالمفاهيم المتعلقة بالناحية التطبيقية وتحديد مفاهيم التعلم الآلي الأساسية بالنسبة للبحث.

الفصل الثالث: الدراسة المرجعية

تركزت الدراسة المرجعية للبحث على مراجعة شقين أساسيين مرتبطين بطرق التعرف على سلوكيات العملاء وكذلك لنوعية وتأثير برامج المكافآت المتبعة في برامج الولاء.

1- منهجيات التعرف على سلوك العملاء

تهتم الشركات عادة بفهم سلوكيات عملاءها وخصوصًا في البيئات الديناميكية، يتحقق هذا الفهم بوسائل عديدة، من تقنيات التنقيب بالمعطيات ضمن مجموعة بيانات العملاء أو عن طريق التنقيب في سجلات الأحداث وهي أماكن لتخزين تفاصيل وخطوات دقيقة عن العملاء وكيفية تعاملهم مع خدمة أو منتج محدد.

1-1- العنقدة والتصنيف

تمتاز هذه المنهجيات بشيوعها بين المختصين بالمجال وقدرتها على تقديم نتائج عالية الدقة تفي الغرض المرجو. علاوة على ذلك، تتميز بقابليتها للتطوير والبحث المستمرين.

نستعرض فيما يلي عدة أبحاث اعتمدت على خوارزميات التنقيب بالمعطيات لاستخراج والتعرف على أنماط سلوك العملاء:

يطرح بحث (Abdi & Abolmakarem , 2018) مقترحًا لمنصة عمل تجمع بين خوارزميات العنقدة والتصنيف؛ بهدف التعرف على سلوكيات العملاء في شركات الاتصالات. إذ تأخذ هذه المنصة أنماط سلوك العملاء الحالية والمسجلة في أنظمة الشركة دخلًا لها، وتستخرج على إثر الدخل تنبؤات مستقبلية محتملة لطريقة تصرف العملاء، وفقًا لما يلي:

1. تجزئة العملاء إلى شرائح بناءً على خصائصهم الاجتماعية الديموغرافية باستخدام خوارزمية k-Means.

2. تحلل العناقيد الناتجة بوساطة معيارين أحدهما عدد ساعات استخدام خدمات الشبكة والآخر يُمثل عدد ونوعية الخدمات المختارة من قبل العملاء بكل عنقود.

3. بالتوازي، يستخدم التصنيف للتعرف على العملاء الذين لديهم نية التسرب.

في مثال آخر، يقترح (Wassouf, et al., 2020) منهجيةً لتقسيم عملاء شركات الاتصالات بغرض التحسين من عملية استهدافهم بالعروض أو الخدمات. وضعت هذه المنهجية اعتمادًا على تحليل ودراسة مجموعة بيانات خاصة بشركة الاتصال السوريّة سيرياتل، وفق ما يلي:

1. تجزئة العملاء اعتمادًا على منهجية مقترحة سُميت TFM وهي اختصارًا ل (Time, Frequency, Monetary)، إذ مثل T إجمالي دقائق المكالمات و زمن جلسات الاتصال بالإنترنت لمدة محددة، في حين مثل F تردد استخدام الخدمات في نفس المدة، بينما مثل M إجمالي المبالغ المنفقة في نفس المدة الزمنية.

2. اعتمادًا على التقسيم السابق، قُسمت العملاء إلى عناقيد عبر كل واحد عن نسبة الولاء. اختير لكل شريحة أهم السمات السلوكية أو الديموغرافية المميزة له.

3. دُرِّبَت مجموعة من نماذج التعلّم الآلي للتعرف على سلوكيات العملاء المنضمين حديثًا؛ لتقديم مجموعة من الخدمات والعروض المناسبة لكل شريحة ولاء.

1-2- التتقيب عن إجراءات العمل

اعتادت الشركات على جمع بيانات عن العملاء باستخدام الطرق التقليدية مثل المقابلات والاستبيانات وغيرها، ومن ثم تحليلها باستخدام خوارزميات التتقيب بالمعطيات، يكون الأمر صعب في كثير من الأحيان خاصةً فيما لو تعلق الأمر بعدد كبير من العملاء.

يهدف التتقيب عن الإجراءات إلى بناء نماذج آلية تهدف إلى توصيف وشرح السلوكيات في مجموعة بيانات ذات طبيعة تعتمد على سجلات مثل: سجلات تصفح مواقع. إذ أثبتت جدوى استخدام خوارزمياتها في العديد من المجالات اللوجستية، الحكومية، التعليم والتجارة الإلكترونية، كل ذلك يصب في مصلحة الشركات لفهم سلوك عملاءها وقياس رضاهم على الخدمات المقدمة.

الفكرة الرئيسية من استخدام التتقيب عن الإجراءات هي كشف ومراقبة وتزويد الإجراءات الفعلية للمؤسسات بإجراءات مستخرجة من سجلات الأحداث لأنظمتها، بكلمات أخرى، تُستخدم غالباً لقياس واختبار مدى تطابق (Confirmation) أهداف ورؤى الشركات وما نُفذ حقاً على أرض الواقع.

يناقش (Sun , et al., 2020) استخدام فحص التطابق (Confirmation Test) لتعريف الانحراف في سلوك العملاء عما هو مرجو، ولإجراء فحص المطابقة نحتاج أولاً تعريف النموذج العام لإجرائية الشركة والذي غالباً ما يعبر تقنياً عنها عبر نمذجة شبكات بتري أو طرق نمذجة أخرى، بعد ذلك تقارن مع النموذج المنقّب عنه في سجلات الأحداث الخاصة بأنظمة الشركة. استُخدم في هذا البحث تحليل عناقيد الإجراءات؛ ذلك لعنقدة الخدمات المقدّمة للعملاء. بالإضافة لذلك، وُظفت خوارزميات اكتشاف الإجراءات في سجلات الأحداث لكل عنقود، وفق الخطوات التالية:

1. جمع المعطيات وتجهيزها.
2. نمذجة إجراءات الخدمات المقدّمة للعملاء.

3. تعريف الانحراف في نمط سلوك العملاء.

4. تحليل العناقيد لأنماط سلوك العملاء.

5. اكتشاف الأنماط في كل عنقود منها.

2- المكافآت في برامج الولاء

وفقًا لدراسة الأدبيات التي قام بها (Hagström, et al., 2022) فهناك خمس خصائص لبرامج الولاء وجميعها تتقاطع في مركزية مفهوم المكافأة كالتالي:

- 1) تهدف برامج الولاء إلى تعزيز السلوك والولاء السلوكي للعملاء.
- 2) تشكل بمجملها صورة لعضوية رسمية يتمتع بها العملاء.
- 3) تتمثل بطبيعتها طويلة الأمد.
- 4) تعمل على مكافأة العملاء الأعضاء بناءً على سلوكياتهم الشرائية.
- 5) تدعم الأنشطة التسويقية الموجهة للعملاء (Customized).

2-1- أنواع برامج الولاء

تتباين برامج الولاء بين الشركات والقطاعات وحتى الدول بمسميات ومصطلحات متباينة أيضًا مثل: كروت الولاء أو كروت النقاط أو برنامج المكافأة أو حتى برنامج CRM. لكنها تتشارك في خصائص عامة وعلى رأسها تعزيز سوية الولاء السلوكي للعملاء عبر عدة منهجيات كالعضوية والتي تقدم مكافآت دورية عبر علاقات طويلة الأمد ومتأثرة بالسلوك الشرائي لهم.

يمكن التعرف على ثلاث هياكل رئيسية لبنى برامج الولاء من وجهة نظر المكافآت الممنوحة للعملاء، وهي

كالتالي:

- 1) النموذج المرتبط بشركة وحيدة أو النموذج المرتبط بعدة شركات: من المتعارف عليه ارتباط برنامج الولاء بالشركة مقدمة الخدمة أو المنتج فقط، إلا إنه وفي كثير من الأحيان تستلزم برامج الولاء التشاركية بين أكثر من شركة لتحقيق أهدافها.

- (2) النموذج الهرمي والنموذج اللاهزمي (Hierarchical or Non-hierarchical): ففي النموذج الهرمي لبرنامج الولاء تُقسّم العملاء إلى عدة مستويات متباينة "تصنيفات"، تبعاً لخصائص مثل: الإنفاق. تكون هذه التصنيفات مرتبة وقابلة للمقارنة والقياس كما في تصنيفات العضوية (بلاتيني، ذهبي، فضي). أما النموذج اللاهزمي فيكون العملاء جميعهم في نفس السوية ذات الاستقلالية الواضحة عن الإنفاق، إذ يكون للإنفاق هنا مكافآت تراكمية تتناسب وحجمه.
- (3) النموذج القائم على الرسوم والنموذج المجاني: يمكن التمييز بين هاذين النموذجين بناءً رغبة العميل، إذ يختار الدفع مقابل العضوية تسعيرة معرّفة من قبل سياسة الشركة.

2-2- أنواع المكافآت في برامج الولاء

وفقاً ل (Hagström, et al., 2022) تتفاوت التسميات لمصطلح المكافأة في كثير من الأبحاث إلا إنه تتشارك في التصنيفات الثلاثة التالية:

- (1) مكافآت مرتبطة بالمنفعة (Utilitarian): توصف بإثها اقتصادية مثلما في الادخار النقدي.
 - (2) مكافآت مرتبطة بالمتعة (Hedonic): توفر قيمة ترفيهية أو استكشافية.
 - (3) مكافآت رمزية (Symbolic): توفر الاعتراف والقيمة الاجتماعية.
- تختلف بعض الأدبيات في فرضيات المكافآت المباشرة أو غير المباشرة، فالمكافآت المباشرة تكون مرتبطة بشكل وثيق مع جوهر العرض، بينما غير المباشرة ليست مرتبطة لكنها تتضمن تعويضات أو حسومات أو منتجات أو خدمات غير مرتبطة.
- هناك اختلاف آخر مرتبط بالتوقيت، فيما يستوجب تقديم المكافأة فوراً أو تأجيلها. فالمكافأة الفورية تُستبدل لحظة عملية الشراء الحالية، بينما المؤجلة عبارة عن تراكم نقاط يُستفاد منه لاحقاً.

يبرز اختلاف آخر في الأدبيات متعلق بالصلاحية، فهل يتوجب للمكافأة أن تكون متسمة أو مرهونة بزم أو حتى شرط مرتبط بتخفيض قيمتها.

يطول الحديث عن الاختلافات، فبعض الأدبيات تتناولها من منطلقات متعددة كالمكافآت المعتمدة على الكمية مقابل المعتمدة على الإنفاق (القيمة النقدية)، وكذلك المكافآت القائمة على الحظ مقابل القائمة على الولاء نفسه وغيرها.

2-3- تأثيرات مكافأة الولاء

يمكن مقارنة تأثيرات مكافآت برامج الولاء وفق معيارين أساسيين هما:

(1) تأثيرات متعلقة بالعمل: تدرس أحياناً من خلال جانبيين: تأثيرات سلوكية وتأثيرات اتجاهية. فالتأثيرات الاتجاهية ترتبط بصفات مثل: الالتزام والثقة والرضا، بينما تتضمن السلوكية بعض سلوكيات الشراء وقيمتها.

(2) تأثيرات متعلقة بالشركة: تقسم إلى جانبيين أيضاً: إنتاجية المبيعات والربحية. تُعرّف إنتاجية المبيعات عادة بدلائل ومقاييس الحصة السوقية للشركة والمبيعات طويلة الأمد وفق العلاقة التالية:

$$\frac{total\ sales}{sales\ area(m^2)}$$

ما يتوجب التنويه إليه هو فكرة كون هذه التأثيرات متصورة أو فعلية، فالتأثيرات المتصورة يمكن اشتقاقها من تجارب قائمة على سيناريو معرّف مسبقاً، أو دراسات تتعلق بدراسة ملفات العملاء. بينما التأثيرات الفعلية قائمة على دراسات أو تجارب لشركة حقيقية يرتبط بها عملاء حقيقيين ولهم بيانات.

تقدم هذه الدراسة مراجعة منهجية متسلسلة للأبحاث التي تناولت مواضيع تتعلق بتأثيرات المكافأة مستهلاً بتقديم المكافأة أول مرة ومن ثم التغيير في بنى المكافأة وخاتمةً بإلغاء المكافأة كلياً، وفق ما يلي:

2-3-1- تقديم المكافأة

❖ التأثير بالنسبة للعميل

وفقًا للدراسة (Hagström, et al., 2022) فهناك محدودية تتعلق بالبحث في هذا الموضوع من منطلق المعيارين السابقين (الشركة والعميل)، إذ اقتصرَت الدراسة مراجعةً لأربع ورقات بحثية، جاء في أولها (Liu, 2007) دراسةً للتغيرات السلوكية على مجموعة بيانات عملاء متجر ما، هذه المعطيات محددة بزمن سنتين، أظهرت نتائج الدراسة أنّ العملاء أصحاب أعلى قيمة مشتريات هم أكثر طلبًا للمكافأة، على الرغم من عدم قدرة برنامج الولاء المطبق من تغيير سلوكهم الشرائي. وعلى العكس من العملاء أصحاب القيم الشرائية المتوسطة والمنخفضة، فقد نجح البرنامج في تغيير سلوكهم الشرائي تدريجيًا. أما بالنسبة للعملاء أصحاب القيمة الشرائية الضعيفة نسبيًا وسّع برنامج الولاء نطاق المشتريات المقترحة لتشمل جوانب أكثر.

استُخلص في هذا البحث نتيجة أنّ تأثير برنامج الولاء يتفاوت تبعًا لمجموعات العملاء المختلفة وأنّ تأثير الأكبر والايجابي يبرز على العملاء الأقل ولاءً.

أما بالنسبة للأوراق البحثية الثلاث الأخريات (Ashley, et al., 2016) و (Eason, et al., 2015) و (Melnyk & Bijmolt, 2015) فقد ارتكزوا على تجارب قائمة على السيناريو وخاصةً دراسة ردة الفعل المختلفة للعملاء أثناء توزيعهم عشوائيًا إلى أقسام تصميمية مختلفة لبرنامج الولاء ودراسة التأثير بوساطة هذا التوزيع. ولا بد من التنويه إلى أنه وعلى الرغم من واقعية برنامج الولاء هذا أو لا، فالتأثيرات قُدرت بناءً على التقارير الذاتية عوضًا عن دراسة السلوك الشرائي للعملاء.

ففي البحث (Ashley, et al., 2016)، وجد أنّ رسوم برنامج الولاء لها تأثيرات إيجابية على مواقف وتصورات العملاء، ولكن أيضًا تقديم المكافأة أمر مهم. فمثلًا، في برامج الولاء ذات الرسوم المنخفضة/المرتفعة تكون بنية المكافأة البسيطة/المعقدة مفضلة. يمكن إسقاط هذا الكلام على المثال

التالي: إنّ تجار التجزئة الذين يوفرّون اشتراكات مجانية في برامج الولاء هم أكثر احتمالية لجذب عملاء جدد عند إتاحة نظام المكافأة البسيطة، بينما تجار التجزئة الذين يوفرّون اشتراكات مدفوعة هم أكثر احتمالية لجذب العملاء الساعين إلى استبدال كل دولار ينفقونه بنقاط يستفيدون منها لاحقاً. من ناحية الولاء السلوكي، يدرس كلاً من الباحثين (Eason, et al., 2016) (Ashley, et al., 2015) نوايا العملاء بعد انضمامهم إلى برنامج الولاء. ولا بد من الإشارة إلى عدم محورية البحث على دراسة المكافآت وأثارها، بدلاً عن ذلك اعتمدها معيار مقارنة بين برامج الولاء المعنية بالدراسة.

أشار (Eason, et al., 2015) إلى اعتبار المكافآت المالية لا تغري العملاء للمشاركة في برامج الولاء بنفس القدر في المكافآت التحفيزية (altruistic reward) أو خليط منهما، وخاصةً في برامج الولاء المعتمدة على الرسوم.

يتنوع هذا التأثير في دراستين، ففي الأولى منهما (عينة مجتزأة) كانت المكافأة المالية أكثر تأثيراً، بينما في المجتمع العام لهذه العينة كانت المكافأة المختلطة أكثر تأثيراً.

اعتماداً على دراسة استبيانات لسلوكيات العملاء، وجد (Melnyk & Bijmolt, 2015) أنّه ليس هناك أية تأثير يذكر للمكافآت المالية (حسومات أو ادخار) للعملاء حديثي الانضمام إلى برنامج الولاء المطبق. إضافة إلى ذلك، فقد استدلوا إلى أنّ فئة العملاء مرتفعي الدخل والأعلى تحصيلاً أكاديمياً وكذلك من لديهم حساسية للسعر لديهم تقديراً أعلى لبرامج الولاء، ويميلون عادة إلى إبلاغ الشركة بزيادة ولائهم بعد الانضمام مباشرةً. على العكس لدى العملاء الذين لديهم مخاوف بالخصوصية هم أقل إبلاغاً للشركة بتغيرات الولاء.

يتلخص نتيجة البحث في هذا الشق: هناك احتمالية عالية لزيادة التأثير الإيجابي على العملاء وخاصةً سلوكياتهم الشرائية المستقبلية لدى تقديم برامج ولاء مزودةً بمكافآت، بينما يتفاوت هذا التأثير تبعاً لنوع المكافأة وفئة العملاء المستهدفين.

❖ التأثير بالنسبة للشركة

يقدم البحث مراجعة لثلاث دراسات (Bombaij & Dekimpe, 2020) و (Chaudhuri, et al., 2019) والتي تتناول عملياً فكرة تأثير برامج الولاء على أداء الشركة من ناحية المبيعات والربح. ففي الأوراق البحثية الثلاث استُخدمت في جميعها بيانات حقيقية لقياس الأثر على المبيعات، علاوة على ذلك، أضاف (Chaudhuri, et al., 2019) و (Lu, et al., 2016) بينما قياس الأثر على الربحية.

من ناحية المبيعات، وجد (Lu, et al., 2016) فرقاً كبيراً من ناحية ربح واسترجاع الحصة السوقية من المنافسين لدى تقديم محطة وقود في الصين برنامج ولاء مع مكافأة، تكونت المكافأة في هذا البرنامج من اعتبارات اقتصادية بسيطة قائمة على عمليات التعبئة المتكررة (frequency-based economic reward)، إضافة إلى، الأخذ بعين الاعتبار المكافآت المقدمة في برنامج الولاء للمنافس الرئيسي. علماً أنّ التأثير الإيجابي قد حصل في المنتجات منتظمة البيع وليس للمنتجات المتميزة؛ وهذا إنّ دلّ على شيء فهو يدلّ على جذب المكافآت للعملاء المتحسسين للأسعار بشكل أساسي.

من جهة مماثلة، وجد (Liu & Yang, 2009) أنّ الشركات ذات الحصص السوقية العالية سجلت نسب مبيعات مرتفعة أثناء تطبيقها لبرامج الولاء. إضافة إلى هذا، وجود تأثيراً تنافسياً من ناحية إشباع السوق (market saturation).

قارن (Chaudhuri, et al., 2019) بيانات برامج ولاء محصلة من 322 شركة متداولة علناً (publicly traded firms) للفترة الزمنية الواقعة ما بين عامي 2000 و2015، وجد أن البرامج التي توفر مكافأة لديها تأثير طويل الأمد على مبيعاتها مقارنة بتلك التي لا توفر مكافآت. قدم (Bombaij & Dekimpe, 2020) دراسة لـ 358 متجر موزعة في 27 دولة، يشغل 245 منها برنامج ولاء خاص. وُجد تأثيرًا إيجابيًا بالنسبة لبرامج الولاء ذات المكافآت البسيطة على المبيعات بغض النظر عن نوعيتها، مع العلم أنه قد ظهر تأثيرًا أضعف بالنسبة لبرامج الولاء ذات المكافآت التقدمية وكذلك متعددة البائعين. ولا بد من الإشارة إلى عدم اعتبارية البحث (Bombaij & Dekimpe, 2020) فكرة تقديم المكافأة -أول مرة- كموضوع بحثي رئيسي، إلا إنه قُدمت الفكرة من منطلق تقديمها لعميل جديد منضم حديثًا لبرنامج الولاء.

وفقًا لذلك، فقد استنتج أن تقديم بائعي التجزئة برنامج ولاء مستقل ومن دون الاعتماد على الحسومات يكون فعالاً في أكثر من نصف الدول المدروسة $13/19$ وكذلك بالنسبة لـ $61/113$ من المتاجر المدروسة والتي حاليًا لا تدير أية برنامج ولاء. كذلك، ظهر التأثير الإيجابي لبرامج الولاء أيضًا في المتاجر المركزية (Supermarkets) والمتاجر الضخمة (Hypermarkets)، وأقل بالنسبة لمتاجر التوفير (Discounters).

لابد من الإشارة إلى التأثير التنافسي لبرامج الولاء والذي يتناسب عكسًا مع وجودها في الأسواق "تأثير إيجابي كبير لدى وجود عدد قليل من البرامج المنافسة".

من ناحية الربح، (Chaudhuri, et al., 2019) النتائج والتي تُعكس على المبيعات، إذ أن برامج الولاء المزودة بمكافآت من شأنها تزويد الأرباح على المديين القصير والطويل. على الرغم من تأخر تأثيرات الأرباح مقارنة بتأثيرات المبيعات -أي أن تأثيرات الأرباح تأخذ وقتًا لتتحقق- من البديهي هنا التساؤل عن استرداد قيمة المكافآت الممنوحة وفيما لو كان لها تأثيرًا سلبيًا على الأرباح، إلا إن

العائدات المطلوبة لكسب هذه المكافآت قبل وبعد الاسترداد يمكن تعويضها في بند زيادة كلفة الالتزامات الناجمة عن العائدات.

وفقًا لما قُدم في هذه الفقرة يمكن تلخيص النتيجة بإمكانية أن يكون لفكرة تقديم المكافآت في برنامج الولاء تأثيرًا إيجابيًا على المبيعات والأرباح، لكن مع ملاحظة أن هذا التأثير يتوقف على مجموعة العملاء المستهدفة والبيئات التنافسية وكذلك الدولة.

جدول 5: مقارنة الأبحاث بالنسبة لتأثيرات تقديم المكافأة

الحدث المعني بالدراسة	التأثيرات على	تقديم المكافأة	الشركات
الأبحاث	على	العملاء	(Liu, 2007)
			(Ashley, et al., 2016)
			(Eason, et al., 2015)
			(Melnik & Bijmolt, 2015)
			(Chaudhuri, et al., 2019)
			(Lu, et al., 2016)
(Bombajj & Dekimpe, 2020)			

هدف البحث	نتيجة البحث	نتيجة الحدث المدروس
دراسة التغيرات	التأثير يتفاوت تبعًا لمجموعات العملاء المختلفة وأن	
دراسة ردة الفعل	رسوم برامج الولاء لها تأثيرات إيجابية على موقف وتصورات العملاء	يوجد احتمالية عالية لزيادة التأثير الإيجابي على العملاء وخاصةً سلوكياتهم الشرائية المستقبلية لدى تقديم برامج ولاء مزودةً بمكافآت، بينما يتفاوت هذا التأثير تبعًا لنوع المكافأة وفترة العملاء المستهدفين.
دراسة نوايا العملاء بعد انضمامهم إلى برنامج الولاء	الولاء بنفس قدر المكافآت التحفيزية (altruistic reward) أو خليط منهما	
دراسة استبيانات عن سلوكيات العملاء	ليس هناك أية تأثير يكرر للمكافآت المالية (حسومات أو ادخار) للعملاء حديثي الانضمام إلى برنامج الولاء	
دراسة الأثر على المبيعات	برامج الولاء المزودة بمكافآت من شأنها تزويد الأرباح على المدين القصير والطويل	يكون لفكرة تقديم المكافآت في برامج الولاء تأثيرًا إيجابيًا احتماليًا على المبيعات والأرباح، مع ملاحظة أن هذا التأثير يتوقف تبعًا لمجموعة العملاء المستهدفة والبيئات التنافسية والدولة.
دراسة الأثر على المبيعات والربح	وهناك وجد تأثيرًا تنافسيًا من ناحية إشباع السوق	
دراسة الأثر على الربح	جذب المكافآت للعملاء المتحسين للأسعار. هناك تأثيرًا إيجابيًا بالنسبة لبرامج الولاء المعتمدة على مكافآت بسيطة على المبيعات بغض النظر عن نوع هذه المكافآت	

2-3-2- تغيير المكافآت في برامج الولاء

يتناول هذا القسم دراسة التأثيرات الحاصلة على سلوكيات العملاء لدى إجراء تغييرات على نمط المكافأة المعتادون عليها والمقدمة من برامج الولاء. ولدراستها قُسم هذا الموضوع كما سابقه إلى معياريين هما من وجهة نظر العميل ومن وجهة نظر الشركة، كما يلي:

❖ التأثير بالنسبة للعميل

على الرغم من شح الأوراق البحثية التي تتناول هذا الموضوع إلا إنّه وجد بعضها يتناول الموضوع من وفقًا لدراسة استبيانات وهي (McCall & McMahon, 2016) (Sun & Zhang , 2019) (Breugelmans & Liu-Thompkins , 2017).

يدرس (McCall & McMahon, 2016) استبيانات قُدمت لأعضاء منصة تسوّق، تضمن أسئلة عن عضويتهم في إحدى برامج الولاء المطبقة في فندق. وعليها وجدوا بيانّ زيادة عدد الإقامة المطلوبة لكسب مكافأة أثرت سلبياً على قرار اختيار الفندق.

بينما يدرس (Breugelmans & Liu-Thompkins , 2017) موضوع تغيير المكافأة وطريقة استردادها في برنامج ولاء لمتجر صغير، وعليها وجدوا أنّ تقديم سياسة انتهاء صلاحية المكافأة؛ أدى إلى زيادة عدد مرات زيارة العملاء ولكن لم يوجد فارق يذكر على كمية الانفاق الإجمالي، يشمل هذا التأثير حوالي 70% من العملاء وبشكل خاص تأثروا العملاء أصحاب عمليات الشراء المنخفضة. أيضاً وجدوا بعض الأدلة للتفاعلات السلبية تحصل بين مجموعة صغير من العملاء مرتفعي عمليات التكرار.

كُريت هذه الدراسة على متجر للقهوة، وجدوا على إثرها نفس الأنماط، إذ أنّ العملاء أصحاب التكرارات المنخفضة أكثر عرضةً للتأثير بما يخصّ سياسة المكافأة ذات الصلاحية. وبالنسبة لأصحاب عمليات الشراء الأكثر تكراراً فلم يوجد فارق يذكر.

بالنسبة ل (Sun & Zhang , 2019) فقد طوروا مقارنة تساعد المتاجر من تصميم منهجيات مكافأة ذات صلاحية باستخدام نظرية اللعبة (Game Theory)، أدت هذه المقاربة إلى ثلاث مشاهدات تتعلق بإيجاد زمن الصلاحية الأمثل للمكافأة، وهي كالتالي:

- 1) أطول/أقصر زمنًا بالنسبة للمتاجر التي لديها أقل/أعلى فروقات في عمليات الشراء المتكررة.
- 2) أطول/أقصر زمنًا بالنسبة للمتاجر التي تفرض أسعارًا أعلى/أرخص.
- 3) العلاقة ما بين زمن الصلاحية الأمثل وحجم المكافأة ليس رتيبة وتحددها التجانسية الموجودة ما بين التقييم وعمليات الشراء المتكررة.

على الرغم من هذه الاستنتاجات لم يطرح (Sun & Zhang , 2019) دراسة عملياتية تختبر هذه النتائج، واقتصرت على دراسة وتقييم برامج الولاء في مجال للبيع بالتجزئة.

بشكل عام، تقترح الأدبيات بأن تغيير المكافأة يؤثر على العميل، ويكون هذا التأثير مشروطًا بماهية المكافأة (مستردة أو مكتسبة) وأيضًا بخصائص الشركة ونوعية العملاء.

❖ التأثير بالنسبة للشركة

تناولت دراسة الأدبيات ورقة بحثية واحدة (Zhang & Breugelmans, 2012) في مجال دراسة تغيرات المكافأة بالنسبة للشركة ومن ناحية المبيعات فقط. إذ ناقشت هذه الورقة تأثير التحول من مكافأة الشراء العامة إلى مكافأة المشتريات بأوقات مخصصة (item-based loyalty programs).

اختُبر برنامج الولاء المعني عبر مكافأة العملاء الذي اشترى منتجات متميزة معينة بنقاط إضافية. أظهرت نتيجة الدراسة زيادة في عدد زيارات العملاء للمتجر وأيضًا دلت على أنّ هؤلاء العملاء أكثر استجابة للترقيات وأقل حساسية للترقيات التنافسية.

إلا إنّ التأثير العام على المبيعات كان مختلفاً بالنسبة للعملاء الحاليين (-4.8%) وللعملاء المنضمين بعد تطبيق هذا التغيير (+15.2%). وأنّ معدل الربح الصافي كان بزيادة صغيرة (0.3%).

وأنّ العملاء المنضمين حديثاً لبرنامج الولاء كان لهم تأثير العضوية الأكبر مقارنة بالعملاء المنضمين قديماً؛ إذ يعود التأثير السلبي لهم نتيجة لعدم مناسبة الترقية المطروحة لهم. هناك تحليل إضافي أظهر بأنّ التغييرات الطارئة على هيكلية المكافأة زاد من معدل التسرب؛ إذ يمكن لتأثيرات التغييرات في IBLP أن تظهر بعد فترة زمنية.

جدول 6: مقارنة الأبحاث بالنسبة لتأثيرات تغيير المكافأة

الحدث المعني بالدراسة	التأثيرات على	تغيير المكافأة
الأبحاث	العملاء	الشركات
(McCall & McMahon, 2016)	(Breugelmans & Liu-Thompkins , 2017)	(Zhang & Breugelmans, 2012)
	(Sun & Zhang , 2019)	

هدف البحث	نتيجة البحث	نتيجة الحدث المدروس
دراسة تأثير تغيرات المكافأة	تغيير المكافأة بطريقة تصعب عملية ربحها من شأنه التأثير السلبي على السلوك المستقبلي للمعلاء.	التأثير على السلوك الترشدي المستقبلي للمعلاء. إلا إن، يبقى التأثير معتمدًا على الاستحقاق أو الاسترداد وعلى مستوى الولاء والسلوك الترشدي للمعلاء أيضًا.
دراسة تغيير المكافأة وطريقة استردادها في برنامج ولاء لمتجر صغير	المعلاء أصحاب التكرارات المنخفضة أكثر عرضة للتأثير بما يخص سياسة المكافأة ذات الصلاحية. وبالنسبة لأصحاب عمليات الشراء الأكثر تكرارًا فلم يوجد فارق يذكر.	
تطوير مقارنة تساعد المتاجر في تصميم منهجيات مكافأة ذات صلاحية	العلاقة ما بين زمن الصلاحية الأمثل وحجم المكافأة ليس رتيبة وتحددها التجانسية الموجودة ما بين التقييم وعمليات الشراء المتكررة.	التأثير على أداء الشركة المتمثل بجذب عملاء جدد وكذلك تغيير سلوكيات العملاء الحاليين، لكن يمكن أن تكون هذه التأثيرات مشروطة بالتنفيذ الحالي والمنظور الزمن المطبق.
دراسة تغيرات المكافأة بالنسبة للشركة ومن ناحية المبيعات فقط	المعلاء المنضمين حديثًا لهم تأثير العضوية الأكبر مقارنة بالعملاء السابقين. التغيرات الطارئة على هيكلية المكافأة زاد من معدل التسرب	

2-3-3- إلغاء المكافآت من برامج الولاء

❖ التأثير على العميل

يناقش موضوع إلغاء المكافأة في برامج الولاء وتبعاتها عددًا قليلاً من الأوراق البحثية. أولى هذه الأوراق هي (McCall & McMahon, 2016) والتي اختبرت عملية إزالة المكافآت بالنسبة لبرنامج ولاء مرتبط به عملاء لفندق ما، وجدت أنّ تأثير الإزالة من شأنه إحداث أثرًا سلبيًا متعلق بقرارات إعادة الاختيار المستقبلية لنفس الفندق.

تناول ثاني هذه الأبحاث (Ching & Hayashi, 2010) دراسةً لعملاء يستخدمون بطاقات الخصم المباشر (Debit Cards) وكذلك بطاقات الائتمان (Credit Cards)، وعليها وجدوا بيانًا لإزالة بعض الميزات الممنوحة لحاملي هذه البطاقات؛ له تأثير متعلق بكيفية إجراء عمليات الدفع المستقبلية. اقترحت هذه الدراسة بيانًا للبطاقات الائتمانية تتأثر بشكل أكبر مما هو عليه في بطاقات الخصم المباشر، تحديدًا فإنّه لدى إزالة هذه المميزات؛ خفّض حاملي البطاقات الائتمانية مشترياتهم بنسبة تصل إلى (90%)، بينما لم يحصل تأثير يذكر بالنسبة لحاملي بطاقات الخصم المباشر.

بناءً على نتائج (Melnyk & Bijmolt, 2015) فإنّ يجب على بائعي التجزئة توقع انخفاض نسب الولاء في حالة حذف المكافآت المخصصة لهم، وخاصة في حالة تنافسية بين عدة برامج ولاء على الحصة السوقية. إضافة إلى تلك النتيجة، أشار إلى أن العملاء الإناث يتفاعلون سلبيًا بشكل أكبر مما هو عليه لدى الذكور.

الحدث المعني	التأثيرات على	الأبحاث	هدف البحث	نتيجة البحث	نتيجة الحدث المدرّوس
إنهاء المكافأة	العملاء	(McCa II & McMahon , 2016)	دراسة تأثير تغييرات المكافأة	من شأن إزالة المكافآت إحداث أثرًا سلبيًا على قرارات إعادة الاختيار المستقبلية.	إزالة المكافآت ما تترك تأثيرًا سلبيًا على سلوكيات العملاء
		(Ching & Hayashi, 2010)	دراسة تأثير تغييرات المكافأة	إزالة المكافأة لديه أثر أكبر على السلوكيات التي تغيّرت نتيجة للمكافأة.	وخاصة لدى تواجده هذه البرامج في بيئات تنافسية على الحصص السوقية. مع ذلك، يبقى السلوك الاعتيادي أقل تأثرًا من السلوك الذي نجم عن تقديم المكافآت.
		(Melny k & Bijmolt, 2015)	دراسة استبيانات عن سلوكيات العملاء	توقعات بانخفاض نسب الولاء في حالة الحذف. الإثبات لديهم حساسية أعلى تجاه حذف المكافأة مقارنة بالذكور.	
	الشركات	لم يعثر على نتائج لأوراق بحثية تتناول التأثيرات من هذا الجانب.			

3- خاتمة الفصل

راجعنا في هذا الفصل الدراسات المتعلقة بموضعي التعرّف على منهجيات سلوك العملاء والآليات، إضافة إلى ذلك، فقد استعرضنا دراسة أدبية تتعلق بمواضيع المكافأة وآثار تقديمها وحذفها وتغييرها على الشركة والعميل على حد سواء. إلا إنّ البحث هذا يدرس مفهوم تقديم المكافأة فقط دون التطرق إلى تأثيرات الإزالة أو التغيير. مع ملاحظة أنّ، جميع هذه الدراسات لا تتناول شركات الخدمات بصورة خاصة.

الفصل الرابع: الحلّ المقترح

نستعرض في هذا الفصل شرحًا لمجموعي المعطيات المستخدمتين. إضافة إلى، خطوات تطبيق الحل المقترح والتحديات التي واجهتنا وكيفية معالجتها.

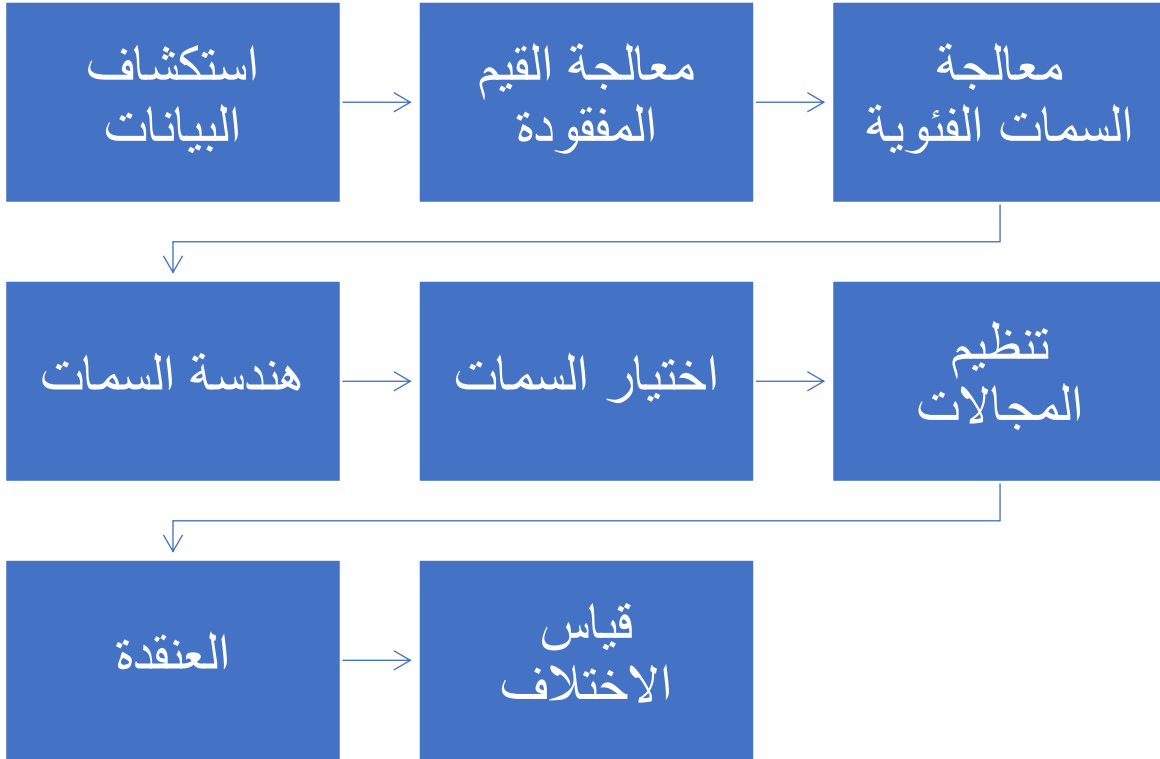
1- دراسة أنماط العملاء

لدراسة أنماط العملاء وتبايناتها، حُدِّدَت مجموعتي بيانات لهذا الغرض، تتميز هذه المعطيات في شيوع استخدامها في الأبحاث المستخدمة في دراسات تسرب العملاء.

1-1- مجموعة بيانات Cell2Cell

تعتبر Cell2Cell من أشهر مجموعات المعطيات المطروحة لأغراض دراسة تسرب العملاء وسلوكياتهم. تتميز Cell2Cell بأنها مفتوحة المصدر ومطروحة للعموم من قبل مركز Teradata المختص في أبحاث إدارة علاقات العملاء في جامعة ديوك (Teradata center for customer relationship management at Duke University)³.

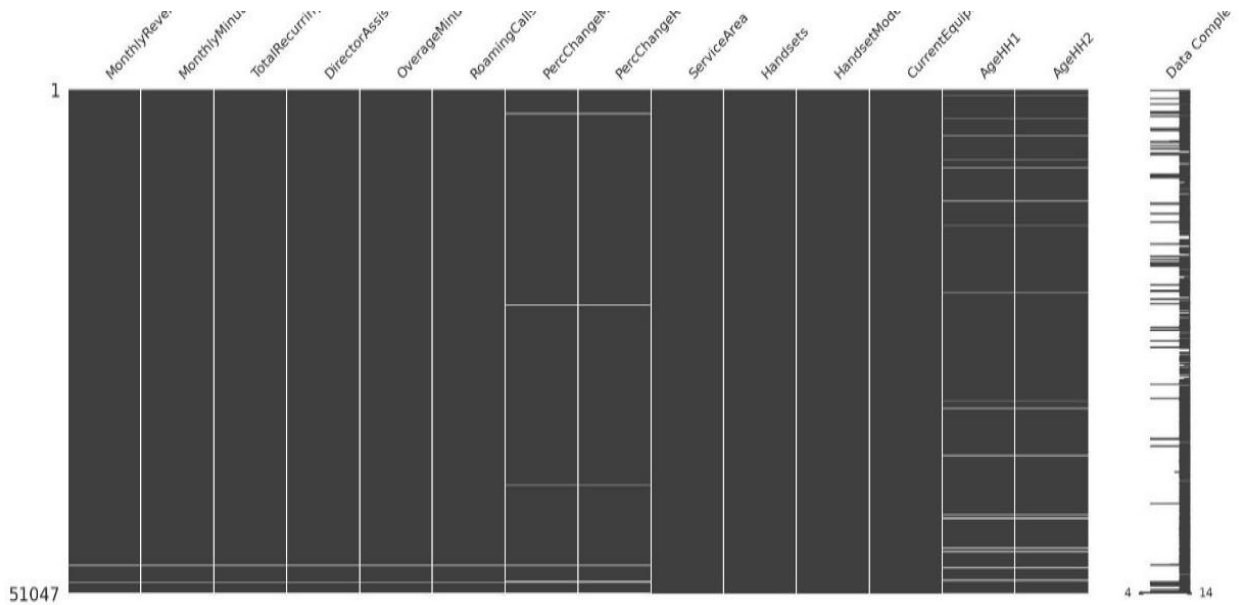
تمتاز مجموعة المعطيات Cell2Cell أنها متوازنة نسبياً، وتتألف من 51,047 سجلاً (Instances) و58 واصفة (الملحق الأول). وفيما يلي نستعرض توصيف المعطيات وطريقة المعالجة والتجهيز:



1-1-1- توصيف مجموعة المعطيات Cell2Cell

بما أنّ البحث يهدف إلى دراسة الأنماط السلوكية لكلاً من العملاء المتسربة وغير المتسربة؛ لذلك وبداية يجب الإشارة إلى أنّ نسبة العملاء المتسربة في مجموعة المعطيات Cell2Cell هي 28.8% والذي يعطي أملاً جيداً في عملية التحليل اللاحقة.

1-1-1-1 - القيم المفقودة



الشكل 8: القيم المفقودة في مجموعة البيانات Cell2Cell.

ذكرنا سابقاً أنّ كل مشترك له تفضيلاته من الخدمات والاشتراكات وحجومها الخاصة؛ وهذا يعني أنّه سيكون هناك تمثيلاً بارزاً لهذه الخدمات والاشتراكات على حساب خدمات أخرى التي ستسجل فارغة. وفقاً للشكل 8 نلاحظ وجود 14 سمة تحتوي على قيم فارغة، إضافة إلى ذلك، تتشارك السمات بصفوف القيم الفارغة مثلما هي في السمتين (AgeHH1 و AgeHH2) وكذلك في السمات الأخرى؛ يعطينا ذلك تصوراً بأنّ عمليات عدم التسجيل أو فقدان تلك قد تكون ممنهجة وفقاً لنمط عملاء معين.

عُولجت القيم المفقود باستبدالها بصفر باستثناء السمات المتعلقة بالعمر استُبدلت بالمتوسط الحسابي، إذ إنّ حذف تلك السمات من شأنه خسارة بيانات مهمة لدى مشتركين سُجلت لديهم وتعديلها بقيم غير صفرية (كالمتوسط أو الوسيط أو غيرهما) من شأنه إضفاء صفات على النمط العام لهذه العملاء.

1-1-1-2- معالجة السمات

➤ أولاً، لدى معظم السمات الرقمية توزيعات إحصائية مختلفة (الشكل 14، [الملحق الأول](#))؛ وذلك يرجع إلى أنّ هذه المعطيات تخصّ مجموعة كبيرة من المشتركين الذين يتعاملون معها والذين تعاملوا معها سابقاً، لذلك من الطبيعي أنّه لا يوجد تطابق بينهم من ناحية تفعيل واستخدام الخدمات. ثانيًا، لاحظنا عن هذه المعطيات أيضًا أنّ الشركة تقدم العديد من الباقات والعروض بما يخصّ المكالمات من خدمات حجب وتحويل وتجوال ومكالمات جماعية، أيضًا ما يتعلق برسائل تسويقية لمنتجات أو خدمات. ثالثًا، تسجل الشركة العديد من المعطيات الخاصة بالمشتركين، فلا تكفي بالمعطيات الخاصة باشتراكاته وبيانات الاستخدام، بل أيضًا بما يخصّ المشتركين من النواحي الديموغرافية كالمهنة والحالة الاجتماعية والدخل وغيرها.

➤ بالنسبة للسمات الفئوية (Categorical Data) والتي عددها 23، الأمر الذي من شأنه أن يشكل تهديدًا لآلية عمل بعض خوارزميات العنقدة كخوارزمية K-Means؛ لهذا استُبدلت هذه القيم بقيم عددية مع احترام الترتيب الموجود في بعض السمات.

➤ بالنسبة لهندسة السمات، كان هناك عد كبير من الترابطات (Correlations)، على سبيل المثال، ارتباط السمة *OverageMinutes* و *MonthlyMinutes* فقد استنتج منهما واصفة جديدة سميت *MonthlyMinutesPlan*.

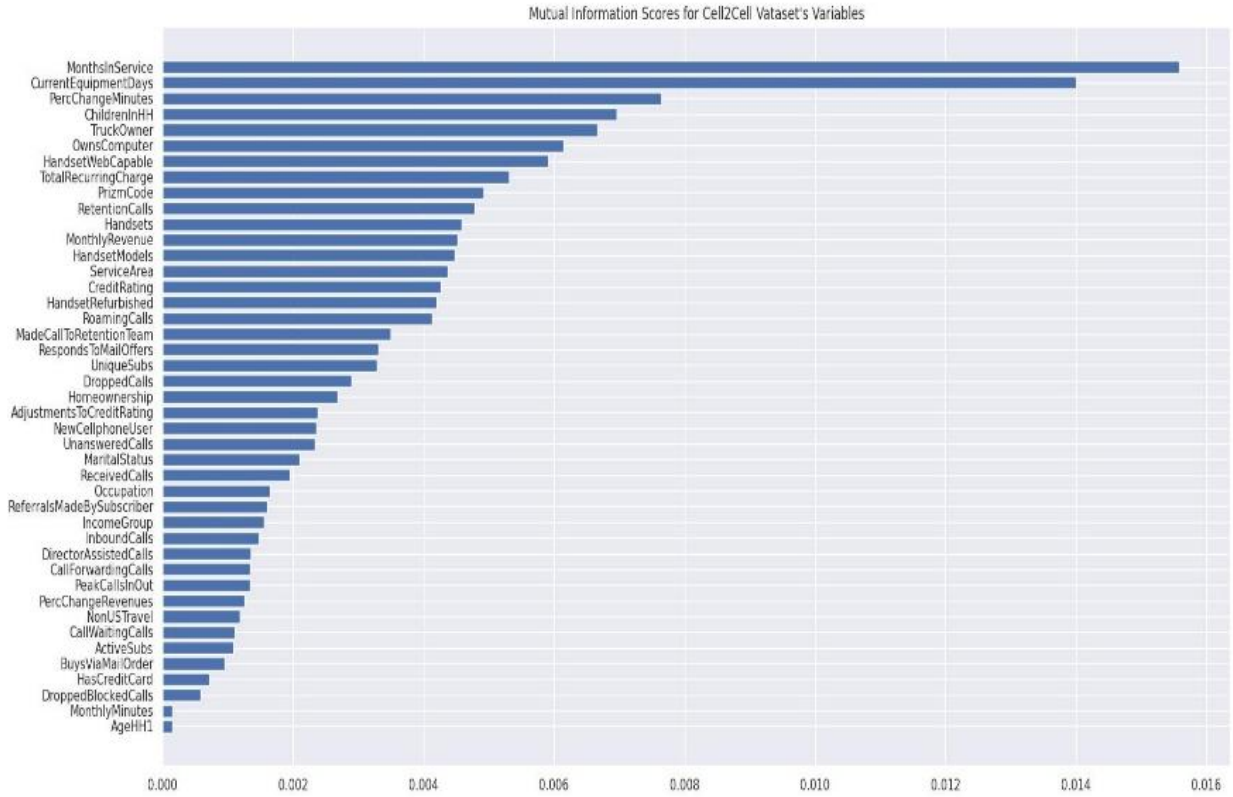
➤ بعض السمات تحتوي على فروقات كبيرة بين أعلى وأدنى قيمة في توزيعها (المدى)؛ فبعض خوارزميات العنقدة تكون حساسة لمثل هذه الفروقات؛ نُظمت مجالات هذه السمات لتكون ضمنًا في المجال $[0,1]$.

➤ اختيار السمات:

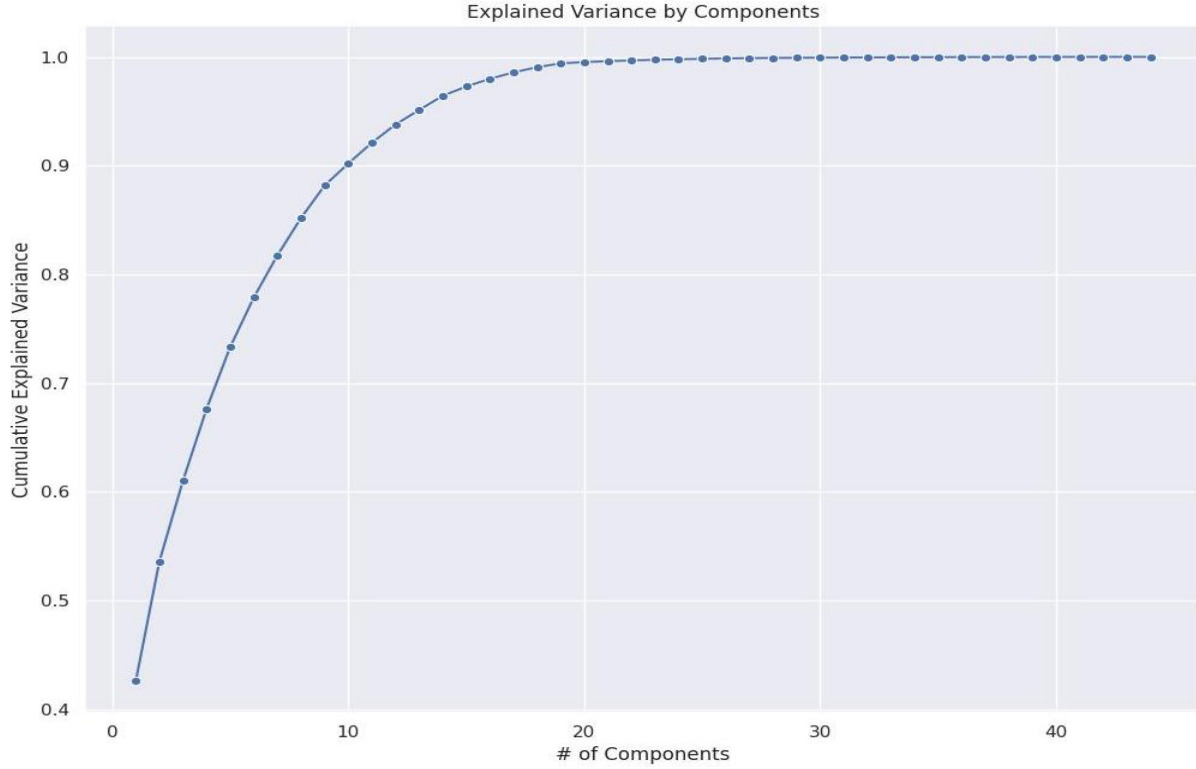
(1) استُخدمت طريقتين الأولى هي وفقًا للمعلومات المتبادلة (Mutual Information) لاختيار السمات التي استُخدمت لاحقًا في عمليات التجزئة. تستخدم هذه التقنية عادة في مسائل التعلّم بالإشراف أي

أنّ السمة الهدف (Target) معروفة، وبما أنّ مجموعة المعطيات Cell2Cell طرحت لحل مشكلة تصنيف فالهدف هنا هو السمة (Churn) كما هي في الشكل 9.

(2) بالنسبة للطريقة الثانية كانت *PCA*، لاحظنا بأنّه يمكن تمثيل التباين في مجموعة المعطيات كاملة بوساطة 10 مكونات فقط وقد اختُيرت هكذا (مع التجريب) وضحت في الشكل 10، مع الملاحظة إلى أنّ القاعدة المتعارف عليها هنا اختيار عدد المكونات التي توافق نسبة 80% من التباين.



الشكل 9: قيمة المعلومات المشتركة بين السمات في مجموعة Cell2Cell والسمة الهدف Churn.



الشكل 10: نسبة التباين في مجموعة بيانات Cell2Cell إلى المكونات الأساسية.

1-1-2- التحديات في مجموعة المعطيات Cell2Cell

- (1) مثل نقص المعلومات الثانوية أولى التحديات في مجموعة المعطيات Cell2Cell، بكلمات أخرى، لم تُرفق هذه المعطيات بمسميات واضحة لكل سمة من السمات. تداركنا الأمر، بالبحث عن معنى أغلب الواصفات كل على حدة، فيما استُدل على الباقي من الاسم فقط.
- (2) إنّ ما يميّز العملاء المتسربة عن المشتركين حالياً هو إلغائهم جميع الاشتراكات والعقود المبرمة مع الشركة. لكنّ فيما لو ألغى المشتركون اشتراكاتهم الاعتيادية، فهل هنا يمكن تصنيفهم متسربين وفقاً

لمجموعة المعطيات هذه؟ الجواب ببساطة نعم. فمجموعة المعطيات Cell2Cell قُدمت على أساس أنها توصيفاً للمشارك بحد ذاته (Client Level) ولا نملك مجموعة بيانات عن نوعية الاشتراكات وتوقيتها بالنسبة لكل مشترك.

1-1-3- تجزئة العملاء

بعد تحضير المعطيات اخُبرت العديد من طرق العنقدة الشهيرة مثل *KMeans* و *DBSCAN* وخوارزميات هرمية مثل *AGNES* وخوارزمية *BIRCH* وأخيراً خوارزمية *Gaussian Mixture Model*. اخُتير عدد العناقيد وفقاً لعملية تحليل *Sillhouette*.

1-2- مجموعة بيانات Orange

في عام 2009، استضافت منظمة (KDD) مسابقة بعنوان (Customer Relationship Prediction)⁴، قُدمت في هذه المسابقة مجموعة بيانات خاصة بشركة Orange الفرنسية؛ وذلك بهدف إيجاد أفضل نماذج تنبؤ بالتسرب بين عملاءها، وباحتمالية شراء منتج أو خدمة جديدة وكذلك للتنبؤ باحتمالية تقبل العملاء لعروض وخدمات ثانوية ربحية (Up-selling). طُرحت هذه المعطيات على شكل مجموعتين تضمنت

⁴ www.kdd.org/kdd-cup/view/kdd-cup-2009

بيانات عن (50,000) عميل، احتوت مجموعة المعطيات الصغيرة على (230) سمة، بينما مجموعة المعطيات الكبيرة تضمنت (15,000) سمة.

يدرس بحثنا أنماط العملاء في مجموعة المعطيات الصغيرة فقط (230 × 50,000) في دراسة أنماط العملاء الموجودين في مجموعة المعطيات هذه، وفيما يلي الخطوات المتبعة:



1-2-1- التحديات في مجموعة بيانات Orange المدروسة وطرق معالجتها

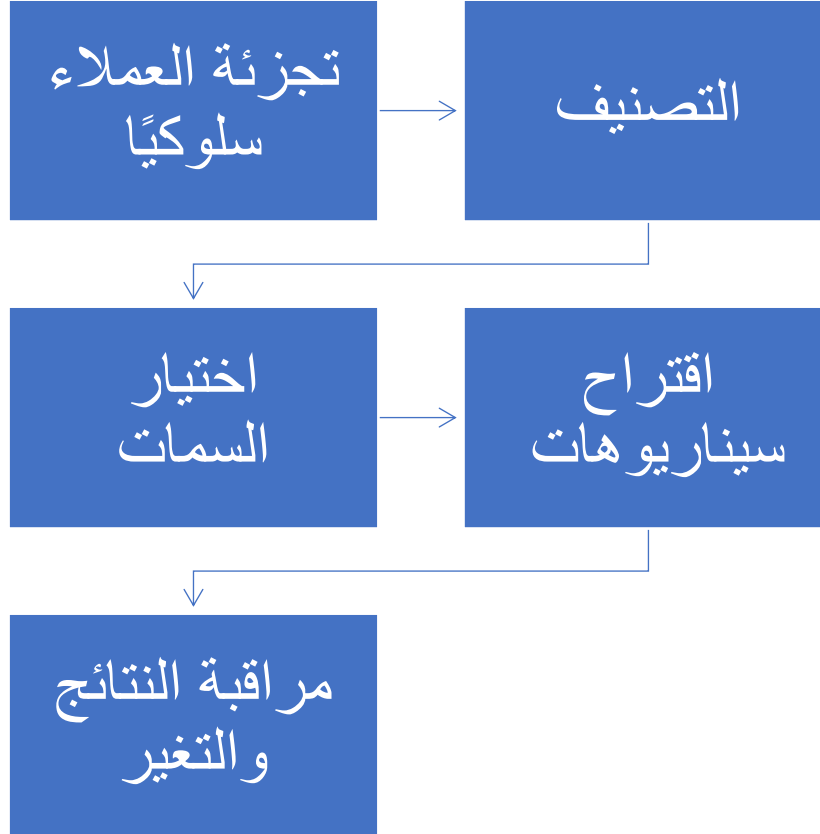
- أثناء عملية تنظيف المعطيات، وجد أنّ هناك مسألة عدم توازن بين الصنفين (تسرب أو لا) فقد مثّلت مجموعة بيانات المتسربة نسبة حوالي 8% من مجموع المعطيات ككل.
- رُمّزت مجموعة المعطيات بخوارزمية تشفير ما، إذ أنّ جميع بيانات العملاء مجهولة وكذلك بالنسبة للسمات فقد حملت ترتيب معين (var1, var2, ..., var230).
- تمثلت عملية تنظيف المعطيات بشكل أساسي بداية بحذف السمات التي تحتوي على قيم فريدة بنسبة أعلى من 75%.

- عانت مجموعة المعطيات هذه من مشاكل تتعلق بالقيم المفقودة، فقد كانت 50% من السمات تحتوي على نسبة أكبر من 97% قيم مفقودة من ضمنها 18 سمة تحتوي على 100% قيم المفقودة. حُذفت جميع هذه السمات لعدم إثراءها عمليات التحليل اللاحقة إضافة إلى حذف بيانات العملاء (الأسطر) التي تحتوي على 75% قيم المفقودة. بالنسبة للقيم المفقودة المتبقية استُبدلت بالمتوسط الحسابي للسمة الموافقة في السمات العددية وبكلمة *Other* في السمات الفئوية.
- بالنسبة للسمات الفئوية فقد رُمزت بنسبة تكرار القيمة ضمن السمة الفئوية وفق ما يسمى *Frequency Encoding*. وذلك بعد حذف القيم الفريدة كما ذكرنا بالخطوات السابقة.
- بالنسبة لاختيار السمات، فقد اختُيرت السمات وفقاً لأهميتها من ناحية ال *Mutual Information* و *PCA*. من ثم اختيرت توليفة السمات الأكثر دقةً بالنتائج والتي سيأتي تبيانها لاحقاً.
- الأهم من هذا كله، وبسبب عدم المعرفة الكاملة بماهية السمات المدروسة لم تُدرس مجموعة المعطيات هذه لاحقاً، إذ استخدمت كتعزيز لنتائج دراسة مجموعة المعطيات *Cell2Cell*.

2- منهجية تعزيز الولاء المقترحة

وفقًا لمجموعة المعطيات المتوفرة يمكن وضع مقترح لنموذج ولاء هرمي ومرتبطة بشركة واحدة (كما ذكرنا

في الدراسة المرجعية)، وفق ما يلي:



1. تمت عملية التجزئة استنادًا إلى منهجية RFM التي نُوقشت في الدراسة النظرية وتبين مدى أهميتها في وضع بنى تصويرية عن وضع العملاء السلوكي في شركات، لكن استبدل المعيار R بمعيار L والذي يدل على المدة الزمنية لاشتراك العميل؛ ذلك بما يناسب مجموعة المعطيات المدروسة. تابعنا في مجموعة بيانات Cell2Cell لتقسيم العملاء إلى شرائح تبعًا للمعايير الثلاثة كما يلي:

معيار التقسيم	دلالة المعيار في Cell2Cell
L	عمر الاشتراك (شهر)
F	معدل استخدام المكالمات (دقيقة/شهر)
M	القيمة المالية المدفوعة (شهر)

- ii. تبعت عملية التقسيم، عمليات تصنيف بحيث تُقسّم مجموعة المعطيات X إلى مجموعة تدريب ومجموعة اختبار (0.7 – 0.3)؛ بحيث تكون الأصناف الناتجة عن المرحلة السابقة هي y . إنَّ الغاية من عمليات التصنيف هذه التنبؤ بشريحة الولاء الخاصة بعميل ما وكذلك معرفة أهم الخصائص والسمات المميزة لكل شريحة ولاء؛ بهدف دعم القرار في عمليات مستقبلية تختص بحملات تسويقية أو أية اعتبارات تراها الشركة في مصلحتها، كالتنبؤ بمستويات الولاء للعملاء المنضمين حديثاً.
- iii. لمعرفة أفضل السمات التي شاركت في قرار التصنيف المعتمد في المصنّف من الخطوة السابقة، يدرب نموذج تفسير يعتمد على حساب قيم شابلي للصفات ومقدار المساهمة الممنوح والتأثير على قرار التصنيف.
- iv. اعتماداً على السمات المهمة لكل شريحة اختُبرت مجموعة من القرارات المتعلقة بإمكانية استبقاء العملاء وتعزيز ولائهم، وكذلك زيادة أو المحافظة على أرباح الشركة ووفق عدة سناريوهات.

3- خاتمة الفصل

قدمنا في هذا الفصل استعراضاً لمجموعي المعطيات المستخدمتين في الحل ومشكلاتها وكيفية معالجتها، وأيضاً كيفية إجراء عملية الاختبار بين مجموعتي العملاء المتسربة والمالية. إضافة إلى ما سبق، استعرضنا استراتيجية العمل المتبعة في تنفيذ واختبار برنامج الولاء.

الفصل الخامس: التنفيذ ونتائج الاختبار

نستعرض في هذا الفصل نتائج تنفيذ الحلّ المقترح المتعلق باختبار التمايز بين سلوكيات العملاء في مجموعتي المعطيات Orange و Cell2Cell، وكذلك تنفيذ واختبار المقاربة المطروحة لاستراتيجية العمل المتبعة لتعزيز الولاء.

1- أنماط العملاء

1-1- مجموعة بيانات Cell2Cell

1- بدايةً، بالنسبة لمجموعة المعطيات Cell2Cell، قُسمت العملاء فيها إلى عدة مجموعات عبر تطبيق أشهر خوارزميات العنقدة. واختير عدد العناقيد تبعًا لتحليل قيمة *Sillouhette*، وكانت النتائج كما يلي:

جدول 9: اختيار عدد العناقيد في خوارزميات العنقدة المتبعة في الحل المقترح - مجموعة بيانات Cell2Cell

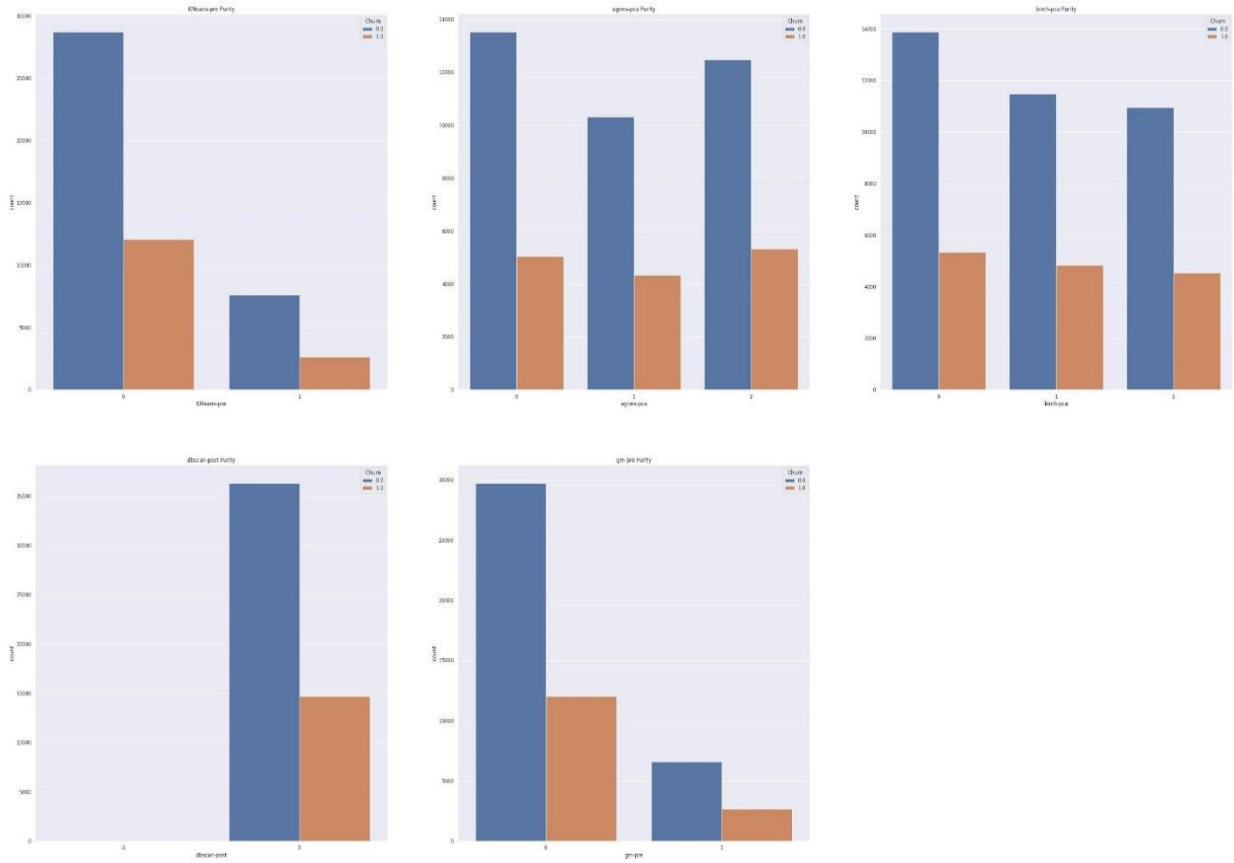
الخوارزمية	عدد العناقيد K	قيمة <i>Sillouhette</i>
K-Means	2	0.527
AGNES	3	0.298
BIRCH	3	0.37
DBSCAN	2	0.37
GMM	2	0.30

أبدت خوارزمية *KMeans* أفضل قيمة بالنسبة لقيمة *Sillhouette*، ولكن هذا ليس كافٍ، فمثلاً أبدت خوارزمية *DBSCAN* قيمة *Sillhouette* جيدة نسبياً إلا إنها احتوت في أحد عناقيدها على عميلين فقط، وقد أخذ الحجم بعين الاعتبار.

2- بعد ذلك وتمهيداً لإثبات الفصل أو التماسك قمنا بحساب قيمة *Purity* لكل العناقيد وهو مؤشر على مدى احتواء أحد العناقيد نقاط بيانات من النوع الأول على حساب نقاط المعطيات من النوع الثاني وحسبت كما يلي (نسبة العملاء الأعلى من المتسربة أو غير المتسربة بالنسبة لجميع العملاء في العنقود)، بعد ذلك، ولتحديد أفضل خوارزمية اعتماداً على النتائج المزودة، اعتمد معيار *NMI*، وكانت كما يلي:

جدول 10: نتائج وتقييم أداء خوارزميات العنقدة المتبعة في الحل المقترح - مجموعة بيانات *Cell2Cell*

<i>NMI</i> Ground Truth for churn (0, 1)	<i>Purity_k</i>	عدد العملاء N=(51, 046)	الخوارزمية
0.0011	(70.4, 18.6)	(40877, 10169)	K-Means
0.0007	(72.8, 55.5, 85.2)	(18583, 17809, 14654)	AGNES
0.0003	(72.3, 59.7, 67.2)	(19227, 16318, 15501)	BIRCH
0	(100, 71.2)	(2, 51044)	DBSCAN
0	(71.2, 15.8)	(42886, 8160)	GMM



الشكل 11: توضيح لمعيار *Purity* لكل عنقود في كل خوارزمية

طُبِق اختبار التباديل مع *LDA* عند معنوية إحصائية $\alpha = 0.05$ Significance Level ؛
 وذلك لإثبات أنّ خوارزمية *KMeans* أعطت نتائج عنقدة متجانسة كلياً فيما بينها ومنفصلة تماماً
 وواضحة عن العنقود الأخر:

مع الملاحظة بأنّ اختبار التباديل أُجري على 1000 تبديلة. يمثل *Score Test* التالي إلى
 معدل الدقة في نموذج *LDA* مع كل التباديل التي طُبِّقت:

$$Score Test = \frac{\sum_{i=1}^{1000} accuracy(LDA_i)}{1000}$$

- انطلاقاً من الفرضية الصفرية "لا يوجد فصل بين بيانات العملاء في العنقود الواحد"، وجد ما يلي:

بالنسبة للعنقود الأول:

$$(Score Test, p - value) = (0.70, 1.0)$$

بالنسبة للعنقود الثاني:

$$(Score Test, p - value) = (0.745, 0.0189)$$

- عند مستوى دلالة إحصائية $\alpha = 0.05$ ، يمكن القول بأنه فشلنا في رفض الفرضية الصفرية؛ وبالتالي يمكن القول بأنه يمكن القول بأن بيانات العملاء المتسربة والمالية متماهية بطريقة يصعب الفصل بينهما.
- انطلاقاً من الفرضية القائلة بأنه "لا يوجد فصل بين بيانات العملاء الموزعة في العناقيد الناتجة"، وجد ما يلي:

$$(Score Test, p - value) = (0.96, 0.000999)$$

- عند مستوى دلالة إحصائية $\alpha = 0.05$ تُرفض الفرضية وبالتالي يمكن القول بأنه يوجد فصل بين العنقودين وبالتالي العنقودين متمايزين ويوجد فروقات بينهما.

1-2- مجموعة بيانات Orange

- 1- طُبقت نفس خوارزميات العنقدة المستخدمة في مجموعة Cell2Cell، وكان اختيار العناقيد أيضاً بنفس الطريقة السابقة *Sillouhette*، بينما اختُير الخوارزمية للاختبار لاحقاً بناءً على قيمة *NMI*، وفقاً لما يلي:

جدول 11: اختيار عدد العناقيد وتقييم أداء خوارزميات العنقدة المتبعة في الحل المقترح - مجموعة بيانات Cell2Cell

<i>NMI</i>	قيمة <i>Sillouhette</i>	عدد العناقيد <i>K</i>	الخوارزمية
0.003	0.3	3	K-Means
0.0042	0.26	2	AGNES
0.003	0.29	3	BIRCH
0.0033	0.26	5	DBSCAN
0.0029	0.24	3	GMM

2- أُجريت بعد ذلك، اختبار التباديل مع LDA لاختبار مدى تماسك وفصل العناقيد الناتجة، وفقاً ل:

- انطلاقاً من الفرضية الصفرية بأنه "لا يوجد فصل بين بيانات العملاء في العنقود الواحد"، وجد ما يلي:
بالنسبة للعنقود الأول:

$$(Score Test, p - value) \cong (0.94, 1.0)$$

بالنسبة للعنقود الثاني:

$$(Score Test, , p - value) \cong (0.90, 1.0)$$

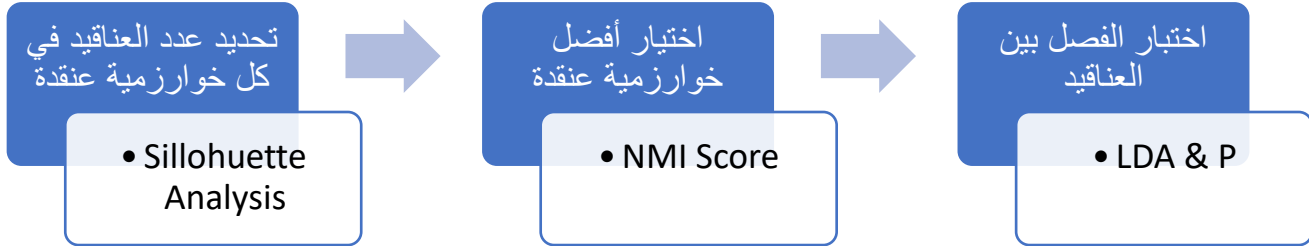
عند مستوى دلالة إحصائية $\alpha = 0.05$ ، يمكن القول بأنه فشلنا في رفض الفرضية الصفرية؛ وبالتالي يمكن القول بأنه يمكن القول بأن بيانات العملاء المتسربة والمالية متماهية بطريقة يصعب الفصل بينهما.

- انطلاقاً من الفرضية الصفرية القائلة بأنه "لا يوجد فصل بين بيانات العملاء الموزعة في العناقيد الناتجة"، وجد ما يلي:

$$(Score Test, , p - value) \cong (0.98, 0.000999)$$

عند مستوى دلالة إحصائية $\alpha = 0.05$ تُرفض الفرضية وبالتالي يمكن القول بإثته يوجد فصل بين العنقودين وبالتالي العنقودين متميزين ويوجد فروقات بينهما.

يمكن تلخيص الخطوات السابقة وفقاً للمخطط التالي:



1-3- استنتاجات

بعد دراسة مجموعتي بيانات تتعلق بقطاع الاتصالات، بهدف البحث عن أنماط معينة تتمايز فيها العملاء المتسربة عن الموالية، وجدنا ما يلي:

- 1) لا يمكن تمييز أنماط العملاء الموالية عن المتسربة، فجميع هذه الأنماط متماهية بطريقة يصعب فصل بطرق العنقدة المعروفة.
- 2) تتشابه العملاء الموالية في خصائصها السلوكية والديموغرافية مع العملاء المتسربة، وفقاً لطرق العنقدة التي اتُبعَت.
- 3) لا يوجد فصل واضح وصريح بين العملاء منتمين لنفس العنقود سواءً (متسربة أو موالية).
- 4) الأهم من هذا، يمكن القول اعتماداً على النتائج أنّ تسرب العملاء لا يتوقف على نسبة الولاء للعميل أو الشريحة المنتمي إليها، أي، قد تتسرب العملاء بطريقة غير تدرجية.
- 5) خلاصةً، يمكن القول بأنّ التشابه بين العملاء المتسربة في العنقود الأول هو أقرب للعملاء الموالية في العنقود الأول من العملاء المتسربة في العنقود الثاني.

بناءً على النتائج السابقة تبين عدم إمكانية التمييز والفصل بين العملاء المتسربة والمالية بطرق العنقدة المتبعة. لكن هل حقًا لا يوجد أية اختلاف بينهما؟ تجيب بُعد فاستتائين **wd** على هذا السؤال، بظهور اختلافات واضحة في توزيع سلوكيات العملاء إحصائيًا وفق ما يلي:

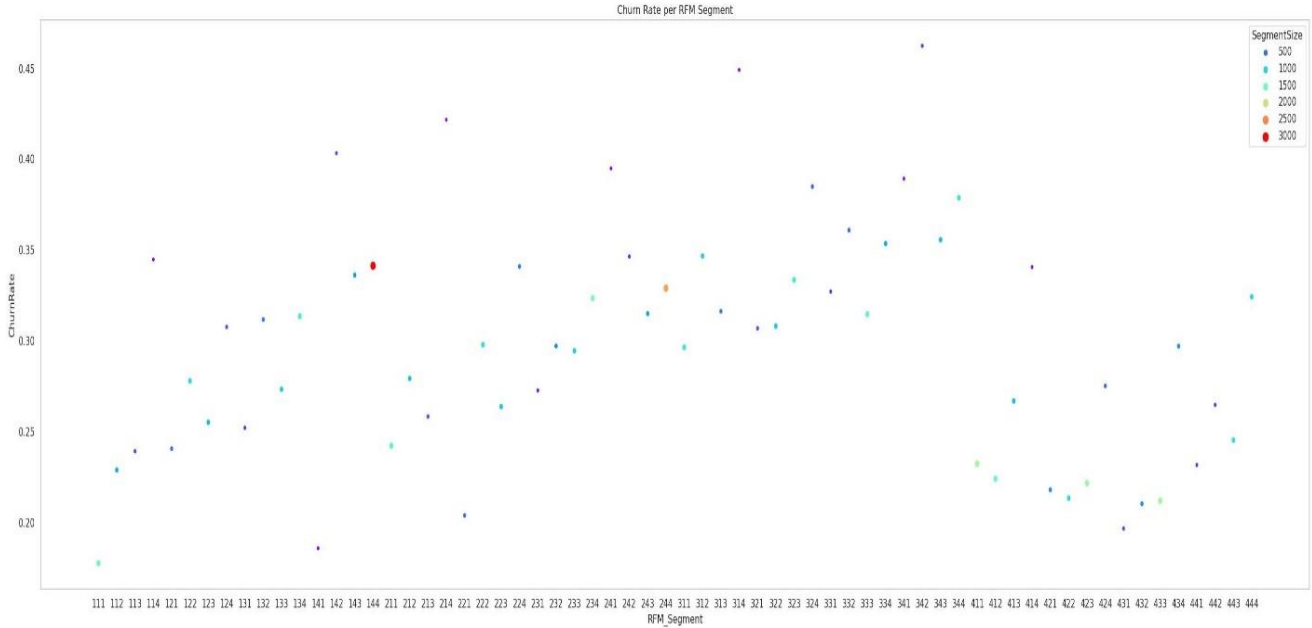
جدول 12: مقارنات العناقد الناتجة بناءً على معيار بُعد فاستتائين

السمة	بين wd قسمي العملاء في الشريحة الأولى	بين wd قسمي العملاء في الشريحة الثانية	بين wd العملاء المتسربة في الشريحتين	بين wd بين العملاء المالية في الشريحتين
MonthlyRevenue	1.017	5.9	49.07	43.4
MonthlyMinutes	44.98	41.9	816.09	762.7
TotalRecurringCharge	2.58	3.02	21.2	21.7
$\sum wd$	48.6	50.82	886.36	827.8

يمكن ملاحظة وجود اختلافات بين العملاء المتسربة والمالية في الشريحة الواحدة ويزيد هذا الاختلاف لدى مقارنته بالشريحة الأخرى؛ يمكن القول كخلاصة بأنّ العملاء تختلف في أنماط تسربها وكذلك في أنماط ولأئها يزيد هذا الاختلاف تبعًا لتشابه العملاء من النواح السلوكية والديموغرافية والتي أخذتها خوارزميات العنقدة بعين الاعتبار. السؤال الأهم هنا، كيف يمكن الاستفادة من هذه الاستنتاجات؟ إحدى الأجوبة التي تجيب على هذا السؤال هي توظيف خصائص العملاء المتسربة في دعم قرارات تفيد الشركة فيما يتعلق بالعملاء الحاليين، كأنّ يستخدم معدل التسرب لكل مجموعة من العملاء كمؤشر خطر لها، وكذلك دراسة حالات افتراضية تتعلق باستبقاء العملاء فيما لو لم يتسربوا وهو ما وظفناه في نظام تعزيز الولاء المقترح.

2- منهجية تعزيز الولاء المقترحة

1. كما ذكرنا سابقًا، استُبدل المعيار R في منهجية RFM بالمعيار لَوْقُسِّمَت العملاء بناءً على هذه المعايير الثلاثة (L, F, M)، نتجت عن عملية التقسيم 4 شرائح لكل معيار وبالتالي لدى تجميعها توصلنا إلى 64 شريحة، وفقًا لما يلي:
- الرقم 1 يشير إلى أعلى قيمة مستخدمة لكل معيار وبالتالي فإنَّ الشريحة رقم "111" تشير إلى العملاء الأعلى قيمةً بالنسبة للشركة، وبدءًا من هذه الشريح تتناقص قيمة العملاء للوصول إلى "444" وهي مجموعة العملاء الأقل قيمةً بالنسبة للشركة ووفقًا للمعايير الثلاثة.
 - يتفاوت معدل التسرب بين الشرائح، لكن غالبًا ما ينخفض تبعًا لوجود معيار مساوٍ إلى "1" في إحدى الشرائح، يتوضح ذلك في الشكل 12 التالي:



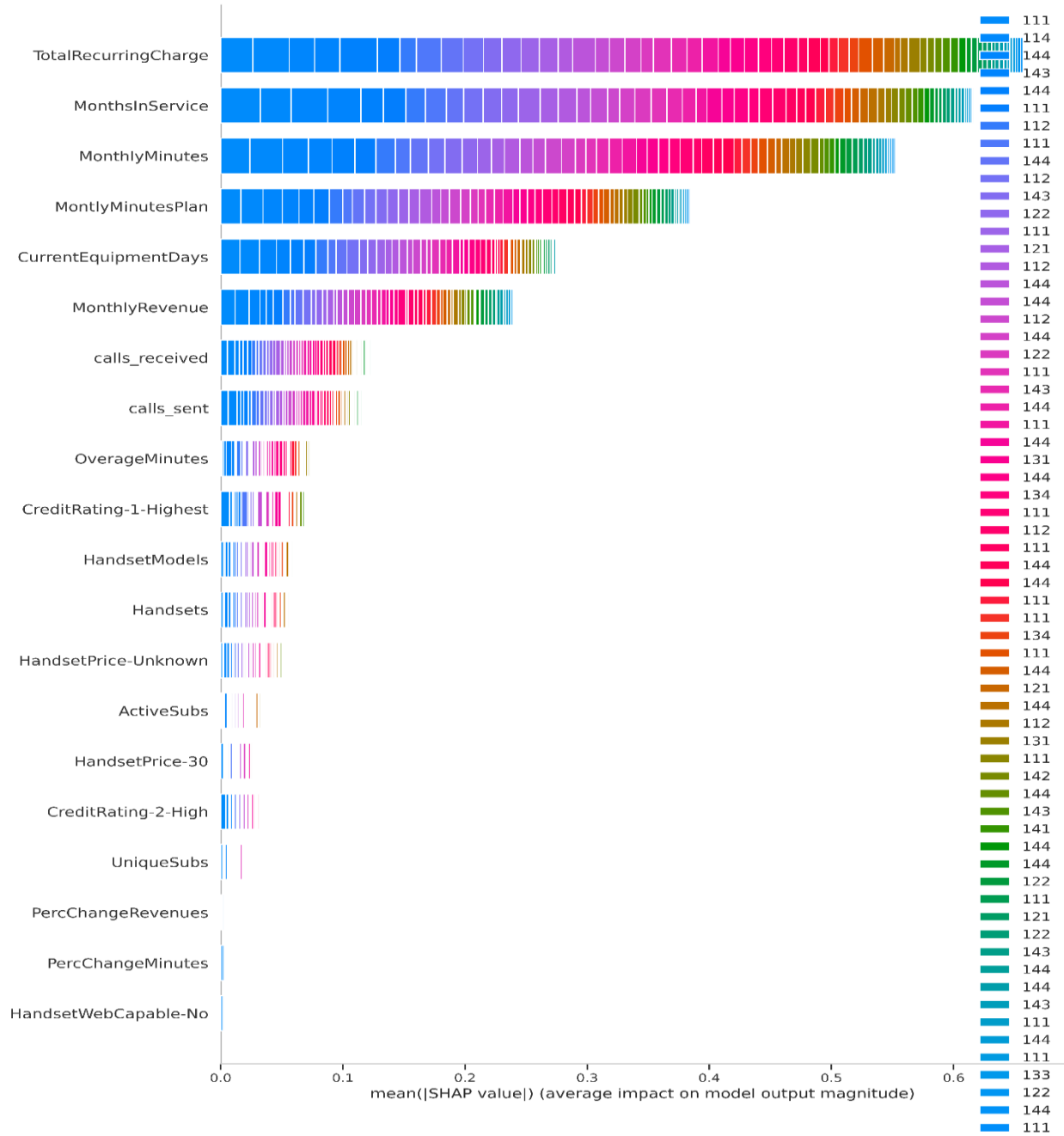
الشكل 12: معدل التسرب في كل شريحة

II. اختُبرت مجموعة من المصنفات الشجرية والخطية لتدريب مجموعة المعطيات Cell2Cell على مجموعة العناوين الظاهرة في الخطوة السابقة، بناءً على نتائج التصنيف الموضحة في الجدول التالي، ويمكن القول بأن خوارزمية Random Forest أعطت أفضل نتيجة.

جدول 13: مقارنة أداء خوارزميات التصنيف الناتجة عن الحل المقترح

F1- Score	المصنّف
0.45	Logistic Regression
0.60	Decision Tree
0.96	Random Forest
0.55	Gradient Boost
0.76	Extreme Gradient Boost (XGBoost)
0.54	Adaboost
0.59	Light Gradient Boost
0.71	Support Vector Machine

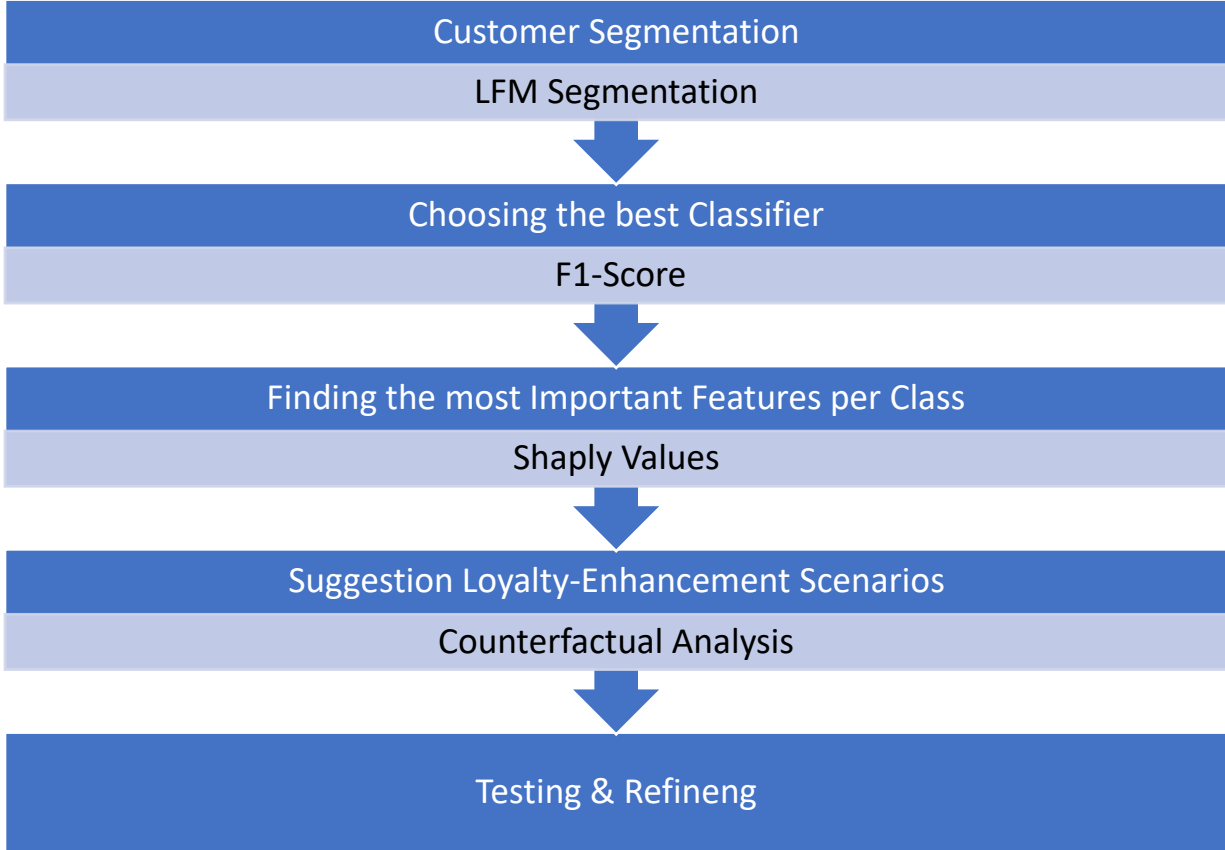
III. تبعت عملية التصنيف حساب قيمة شابلي لكل الأصناف الناتجة بالاعتماد على أفضل مصنّف وهو Random Forest، حُسبت قيمة شابلي لكل السمات ونسب مشاركتها في قرار التصنيف المأخوذ في المصنّف؛ هدفًا في تحسين القرارات اللاحقة. وكانت النتائج كما يلي:



الشكل 13: مساهمة السمات في التصنيف وفقاً لقيمة شابلي.

نلاحظ أن المتغير *TotalRecurringCharge* له نسبة المساهمة الأكبر في عدد كبير من الصفوف؛ وبالتالي فإنّ عمليات الضبط والمراقبة لهذا المتغير من شأنه تعزيز الولاء واستبقاء العملاء.

يمكن تلخيص المراحل السابقة بالمخطط التالي:



2-1- استنتاجات

1- أثبتنا في القسم الأول من البحث بعدم وجود تراتبية للتسرب؛ وبالتالي يمكن الاستفادة من خصائص العملاء المتسربة في أية شريحة باشتقاق طرق وقائية للتسرب وتعزيز الولاء أحياناً. هذا من شأنه إعطاؤنا دليلاً على إمكانية تسرب العملاء بغض النظر عن الشريحة سواءً كانت 111 أو 444 مع

اختلاف النسب والاحتمالية. وبذلك يمكن اقتراح إعادة تسمية شريحة العملاء المعرضين لخطر الانقطاع بالعملاء الأقل أهمية للشركة والتي ورد ذكرها في (الدراسة النظرية، [منهجية RFM](#)).

2- لتسهيل دراسة النموذج المقترح قُسمت الشرائح الناتجة عن مرحلة التجزئة إلى أربع مجموعات وفقاً لما ذكر سابقاً في (الدراسة النظرية، [منهجية RFM](#))، حيث اعتُبر المعيار 2 و 1 في شرائح LFM بديلاً لمعيار أعلى، بنفس الطريقة للمعيار 3 و 4 لمعيار أدنى بالشريحة-مع ملاحظة عدم شمولية كافة الشرائح بهذا التقسيم-كما يلي:

جدول 14: نتائج دراسة التأثير المطبقة على شرائح العملاء

النتيجة العامة المستخلصة	الشرائح الموافقة	سبب التصنيف	اسم الشريحة
تأثير إيجابي على معدلات التسرب وزيادة الولاء عند تجريب طرق تشجيعية للاستفادة من عمليات التعبئة شهرية أو الدقائق العميلة.	(111)، (112)، (121) (122)، (211)، (212) (221)، (222)	(أعلى M، أعلى F، أعلى L)	مرتفعو القيمة
تأثير خطي نسبياً بين الحسومات الممنوحة وتعزيز الولاء.	(311)، (312)، (313) (314)، (321)، (322) (323)، (324)، (411) (412)، (413)، (414) (421)، (422)، (423) (424)	(أعلى F، أدنى L)	محتملو الولاء

لا يوجد تأثير إيجابي يذكر لدى منحهم مكافآت أو حسومات. ولكن هناك تأثير إيجابي على معدلات التسرب، يمكن الاستفادة من ذلك في حملات win-back	(331)، (332)، (341) (342)، (431)، (432) (441)، (442)	أعلى M، أدنى L، أدنى F)	مرتفعو الإنفاق
تأثير إيجابي لدى اقتراح حسومات أو مكافآت تتناسب والمعيار المحدد (L, F, M)، إضافة إلى ذلك، هناك تناسب إيجابي مع معدلات التسرب.	(333)، (334)، (343) (344)، (433)، (434) (443)، (444)	أدنى L، أدنى F، أدنى M)	متدنيو الأهمية

2-2- مقارنة النتائج

تبعاً للداسة المرجعية، فإنّ لتأثير تقديم المكافأة على العملاء مجموعة من النتائج التي أشير إليها مع الأبحاث الموافقة، وعند مقارنتها مع نتائج دارستنا تبين ما يلي:

جدول 15: مقارنة نتائج البحث مع نتائج الأبحاث في الداسة المرجعية

النتيجة المقابلة	النتيجة المشار إليها في <u>الداسة المرجعية</u>
يتفاوت التأثير تبعاً لمستوى الولاء، ولكن التأثير الإيجابي لم يظهر بشكل كامل على المستويات المتدنية، فمثلاً الشريحة رقم 444 لم تبد أية تأثير لدى تقديم حسومات أو حتى باقات موافقة.	التأثير يتفاوت تبعاً لمجموعات العملاء المختلفة وأنّ تأثير الأكبر والايجابي يبرز على أقلهم ولاءً

<p>هناك تأثير ولكنه ضعيف جداً، فمثلاً 444 وهم العملاء المنضمين حديثاً لم يظهروا أية أثر، بينما 433 أظهرت تأثير طفيف. وهنا يمكن القول بأن التأثير الإيجابي يتوقف على العملاء المنضمين حديثاً تبعاً للقيمة المالية التي أبدوها ومعدل استخدامهم للخدمات.</p>	<p>ليس هناك أية تأثير يذكر للمكافآت المالية (حسومات أو ادخار) للعملاء حديثي الانضمام إلى برنامج الولاء المطبق.</p>
<p>أبدت جميع مظاهر زيادة الولاء واستبقاء العملاء تأثير إيجابياً على العائدات الشهرية.</p>	<p>برامج الولاء المزودة بمكافآت من شأنها تزويد الأرباح على المديين القصير والطويل.</p>
<p>جذب المكافآت للعملاء المتحسين للأسعار بنسبة عالية جداً، مقارنة بنسبة بتكاليف مكافأة منخفضة نسبياً.</p>	<p>جذب المكافآت للعملاء المتحسين للأسعار.</p>

3- خاتمة الفصل

ناقشنا في هذه الفصل الخطوات التطبيقية للبحث وكيفية تنفيذ الحل المقترح واختتمنا بمقارنة النتائج مع النتائج المسرودة في الدراسة المرجعية.

الفصل السادس: الخاتمة والتطورات المستقبلية

1- خاتمة البحث

لا يوجد شك في ضرورة ولزوم أنظمة الولاء في الشركات ذات قاعدة العملاء الكبيرة، ومدى أهميتها في المحافظة على العملاء وتعزيز مستويات الولاء. عرضنا في هذه الأطروحة منهجية عامة تسعى في مضمونها إلى تعزيز نسب الولاء والمحافظة على العملاء، وفقاً لعدة خطوات:

- 1) قُسمت العملاء تبعاً لمنهجية LFM التي شملت معايير تجزئة اعتماداً على عمر الاشتراك، ومعدل استهلاك الدقائق الشهرية وأخيراً القيمة النقدية للعملاء.
- 2) دُرِّبَت مجموعة من المصنفات على مستويات الولاء وقد اختير Random Forest بناءً على أعلى معدل F1-Score.
- 3) اعتمدت مجموعة من السمات المميزة لكل صنف كمحددات لمستوى الولاء الموافق وذلك بناءً على قيمة شابلي.
- 4) اقترحت مجموعة من السيناريوهات المفترضة لزيادة ولاء العملاء، واختبرت على نموذج التصنيف.
- 5) اختلفت بعض النتائج بمقارنتها مع نتائج الأبحاث في الدراسة المرجعية، ووجد بعضاً منها يوافق ويضيف على تلك النتائج.

يبقى النموذج المقترح منهجية عامة واستراتيجية عمل يمكن تبنيها في الحملات التسويقية لدعم قرارات، أو أخذها بعين الاعتبار أثناء عمليات تطوير أنظمة CRM تهتم ببرامج الولاء والمكافأة في شركات الخدمات.

2- تطورات مستقبلية

إنّ نموذج الولاء المقترح هو منهجية عامة تضع أساسًا لتنفيذ منهجيات وأنظمة أكثر خصوصية لاحقًا، وفيما يلي نجد مجموعة من الاقتراحات التي يمكن أن تثر هذه المنهجية:

- أول وأهم الخطوات المكتملة هي العمل على موضوع (Customer win-back)، بحيث يعاد استهداف العملاء المتسربة بالحملات التسويقية المقترحة.
- اختبار منهجيات إزالة المكافأة بعد تقديمها للعملاء وفقًا لفترة زمنية.
- العمل على موضوع استراتيجيات التسعير وضبط الميزانية واختبارها.
- هندسة المفاهيم النظرية وتحويلها إلى منتج برمجي تجريبي.
- اختبار منهجية التقيب في إجراءات العمل بحيث يكون لك شريحة عملاء إجرائية عمل سلوكية عامة وتنفيذ المقارنة بين الشرائح.
- مقارنة سلوك خوارزميات عنقدة أخرى متعددة وتنفيذ طرق تقسيم سلوكية مغايرة لل RFM واختبارها.
- عانت عمليات التصنيف من مشكلة معايرة المعاملات للحصول على أفضل نموذج تصنيفي، وهناك طرق كثيرة لم تُجرب في هذا البحث والتي قد تعطي نتائج أفضل.
- إقحام مفهوم الزمن في منهجية العمل المقترحة واختبار نتائج تقديم المكافآت عبر شرائح زمنية مناسبة وقياس أثر كل شريحة.
- البحث في نموذج رياضي عام لقياس ولاء العملاء وتوزيع المكافآت اعتمادًا عليه.
- يمكن العمل على مفاهيم تتعلق بتحليل الشبكات الاجتماعية وتأثير تقديم العروض أو المكافآت على الوسط المحيط بالعمل.

المراجع العربية

- المجني، ر. و عمار، ن.، 2020. *سلوك المستهلك*. دمشق: منشورات الجامعة الافتراضية السورية.
- بلول، ش.، الجمعة، ك. و رحال، ي.، 2018. تقسيم الزبائن حسب السلوك باستخدام تعلم الآلة والمعطيات الكبيرة. مكتبة المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا.
- معراوي، أ.، 2020. *سلوك المستهلك*. دمشق: منشورات الجامعة الافتراضية السورية.

المراجع الأجنبية

- Abdi, F. & Abolmakarem , S., 2018. Customer Behavior Mining Framework (CBMF) using clustering and classification techniques. *Journal of Industrial Engineering International*, 11 8, pp. 1-18.

- Alkhayrat, M., Aljoumaa , K. & Aljnidi, M., 2020. A comparative dimensionality reduction study in telecom customer segmentation using deep learning and PCA. *Journal of Big Data*, 7(19).
- Ascarza, E., Netzer, O. & Hardie, B. G. S., 2018. Some Customers Would Rather Leave Without Saying Goodbye. *MARKETING SCIENCE*, 37(1), pp. 54–77.
- Ashley, C., Gillespie, E. . A. & Noble, S. M., 2016. The effect of loyalty program fees on program perceptions and engagement. *Journal of Business Research*, Volume 2.
- Birant, D., 2011. Data Mining Using RFM Analysis. Knowledge–Oriented Applications in Data Mining. In: *Knowledge–Oriented Applications in Data Mining*. s.l.:InTech.
- Bombaj, N. J. & Dekimpe, M. G., 2020. When do loyalty programs work? The moderating role of design, retailer–strategy, and country characteristics. *International Journal of Research in Marketing*, Volume 1, pp. 175–195.
- Breugelmans, E. & Liu–Thompkins , Y., 2017. The effect of loyalty program expiration policy on consumer behavior. *International Journal of Research in Marketing*, Volume 1, p. 537–550.

- Chaudhuri, M., Voorhees, C. M. & Beck, J. M., 2019. The effects of loyalty program introduction and design. *Journal of the Academy of Marketing Science*, pp. 640–658.
- Chen, Y., Mandler, T. & Meyer–Waarden, L., 2021. Three decades of research on loyalty programs: A literature review and future research agenda. *Journal of Business Research* , Volume 124, pp. 179–197.
- Ching, A. T. & Hayashi, F., 2010. Payment card rewards programs and consumer payment choice. *Journal of Banking and Finance*, Volume 8, p. 1773–1787.
- Devriendt, F., Berrevoets, J. & Verbeke, W., 2019. Why you should stop predicting customer churn and start using uplift models. *Information Sciences*, Volume 548, pp. 497–515.
- DUMITRACHE, A., 2019. The Churn Phenomenon – Past, Present And Future. *SEA – Practical Application of Science, Romanian Foundation for Business Intelligence*,, 7(19), pp. 65–73.
- Eason, C. C., Bing, M. N. & Smothers, . J., 2015. Reward me, charity, or both? The impact of fees and benefits in loyalty programs. *Journal of Retailing and Consumer Services*, pp. 71–80.

- Fader, P. S., Hardie, B. G. & Lee, K. L., 2005. RFM and CLV: Using iso-value curves for customer base analysis. *Journal of Marketing Research*, XLII(4), pp. 415–430.
- Givens, C. R. & Shortt, R. M., 1984. A CLASS OF WASSERSTEIN METRICS FOR PROBABILITY DISTRIBUTION. Volume 31.
- Hagström, M., Rosengrena, S. & Hagberg, J., 2022. The Role of Bonuses in Loyalty Programs – A literature review. *SSE Working Paper Series in Business Administration*.
- Han, J. & Kamber, M., 2006. *Data Mining Concept and Techniques*. Second ed. s.l.:s.n.
- Holt, C. A. & Sullivan, S. P., 2023. Permutation tests for experimental data. Volume 26, p. 775–812.
- James, G. et al., 2023. *An Introduction to Statistical Learning*. s.l.:Springer.
- Jeffery, M., 2010. *Data-driven marketing : the 15 metrics everyone in marketing should know*. s.l.:s.n.
- Khan, M. R., Mano, J., Singh, A. & Blumenstock, J., 2015. Behavioral Modeling for Churn Prediction: Early Indicators and Accurate Predictors of

Custom Defection and Loyalty. *2015 IEEE International Congress on Big Data*, pp. 677–680.

- Kotler, P. & KELLER, K. L., 2019. *Marketing Management*. s.l.:s.n.
- Lee, S.-I. & Lundberg, S., 2017. *A Unified Approach to Interpreting Model Predictions*. Long BeachCA, USA, 31st Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2017).
- Liu, Y., 2007. The Long-Term Impact of Loyalty Programs on Consumer Purchase Behavior and Loyalty. *Journal of Marketing*, Volume October, p. 19–35.
- Liu, Y. & Yang, R., 2009. Competing loyalty programs: Impact of market saturation, market share, and category expandability. *Journal of Marketing*, Volume 1, p. 93–108.
- Lu, Q. (., Pattnaik, C. & Shi , M., 2016. Spillover effects of marketing expertise on market performance of domestic firms and MNEs in emerging markets. *Management Decision*, Volume 1, p. 107–129.
- McCall, M. & McMahon, D., 2016. Customer Loyalty Program Management: What Matters to the Customer. *Cornell Hospitality Quarterly*, Volume 1, pp. 111–115.

- Melnyk, V. & Bijmolt, T., 2015. The effects of introducing and terminating loyalty programs. *European Journal of Marketing*, Volume 3/4, pp. 398–419.
- Miles, D. A., 2014. Measuring Customer Behavior and Profitability: Using Marketing Analytics To Examine Customer And Marketing Behavioral Patterns In Business Ventures. *Academy of Marketing Studies Journal*, Volume 1, pp. 143–168.
- Molnar, C., 2022. *Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable*. s.l.:s.n.
- Mothilal, R. K., Sharma, A. & Tan, C., 2019. *Explaining Machine Learning Classifiers through Diverse Counterfactual Explanations*. s.l., Conference on Fairness, Accountability, and Transparency.
- Park, W. & Ahn, H., 2022. Not All Churn Customers Are the Same: Investigating the Effect of Customer Churn Heterogeneity on Customer Value in the Financial Sector. *Economic and Business Aspects of Sustainability*, 14(19).
- Phillips, J., 2015. *MATHEMATICAL FOUNDATIONS FOR DATA ANALYSIS*. s.l.:s.n.
- Sun , W., Huang, L. & Wang, Y., 2020. Exploring Customer Behavior Patterns: A Process–based Perspective. *AIS eLibrary*, 7 5.

- Sun, Y. & Zhang , D., 2019. A Model of Customer Reward Programs with Finite Expiration Terms. *Management Science*, Volume 8, p. 3889–3903.
- Swathi, T., 2020. A Systematic Review and Emerging Performance of Customer Relationship Management (CRM) on Customer Satisfaction and Loyalty. *Journal of Interdisciplinary Cycle Research*, 12(9).
- Uner, M. M., Guven, F. & Cavusgil, S. T., 2020. Churn and loyalty behavior of Turkish digital natives: Empirical insights and managerial implications. *Telecommunications Policy*, Volume 4.
- Wachter, S., Mittelstadt, B. & Russell, C., 2018. COUNTERFACTUAL EXPLANATIONS WITHOUT OPENING THE BLACK BOX: AUTOMATED DECISIONS AND THE GDPR. *Harvard Journal of Law & Technology*, 31(2), pp. 841–887.
- Wassouf, W. N., Alkhatib, . R., Salloum, K. & Balloul, S., 2020. Predictive analytics using big data for increased customer loyalty: Syriatel Telecom Company case study. *Journal of Big Data*, 7(29).
- Zhang, J. & Breugelmans, E., 2012. The Impact of an Item–Based Loyalty Program on Consumer Purchase Behavior. *Journal of Marketing Research*, Volume 1, pp. 50–65.

Cell2Cell الملحق الأول: مجموعة بيانات

جدول 16: شرح الواصفات في مجموعة بيانات Cell2Cell

اسم الواصفة	معنى الواصفة
ActiveSubs	عدد المشتركين النشطين المرتبطين بحساب المشترك.
AdjustmentsToCreditRating	عدد التعديلات التي أُجريت على التصنيف الائتماني للمشارك.
AgeHH1	سن رب الأسرة 1 (في حالة وجوده).
AgeHH2	سن رب الأسرة 2 (في حالة وجوده).
BlockedCalls	عدد المكالمات التي أُلغيت نتيجة انشغال الشبكة أو مشكلات أخرى.
BuysViaMailOrder	متغير ثنائي يشير فيما لو كان المشترك يشتري المنتجات عبر طلبات البريد (1 = نعم، 0 = لا).
CallForwardingCalls	عدد المكالمات التي حُوّلت إلى رقم آخر.
CallWaitingCalls	عدد المكالمات التي انتظر فيها المشترك انتهاء مكالمة أخرى قبل الرد.
ChildrenInHH	عدد الأطفال في منزل المشترك.
Churn	متغير ثنائي يدل فيما لو كان المشترك تسرب.
CreditRating	التصنيف الائتماني للمشارك.

CurrentEquipmentDays	عدد الأيام التي حصل فيها المشترك على معداته التقنية الحالية.
CustomerCareCalls	عدد المكالمات التي أجرتها الشركة بهدف رعاية العملاء أو دعمهم.
CustomerID	المعرّف الخاص لكل مشترك.
DirectorAssistedCalls	عدد المكالمات التي أجراها المشترك بتوجيه من المشغل.
DroppedBlockedCalls	عدد المكالمات التي أُلغيت أو حُظرت.
DroppedCalls	عدد المكالمات التي أُلغيت بسبب شبكة الاتصال.
HandsetModels	عدد نماذج الهواتف المختلفة المرتبطة بحساب المشترك.
HandsetPrice	سعر الهاتف المرتبط بحساب المشترك.
HandsetRefurbished	متغير ثنائي يشير فيما لو كان هاتف المشترك قد جُدد (1 = نعم، 0 = لا).
Handsets	عدد الهواتف المرتبطة بحساب المشترك.
HandsetWebCapable	متغير ثنائي يشير فيما لو كان هاتف المشترك قادر على التصفح إلى الويب (1 = نعم، 0 = لا).
HasCreditCard	متغير ثنائي يشير فيما لو كان المشترك يملك بطاقة ائتمان (1 = نعم، 0 = لا).
Homeownership	متغير ثنائي يشير فيما لو كان المشترك يملك منزل (1 = نعم، 0 = لا).

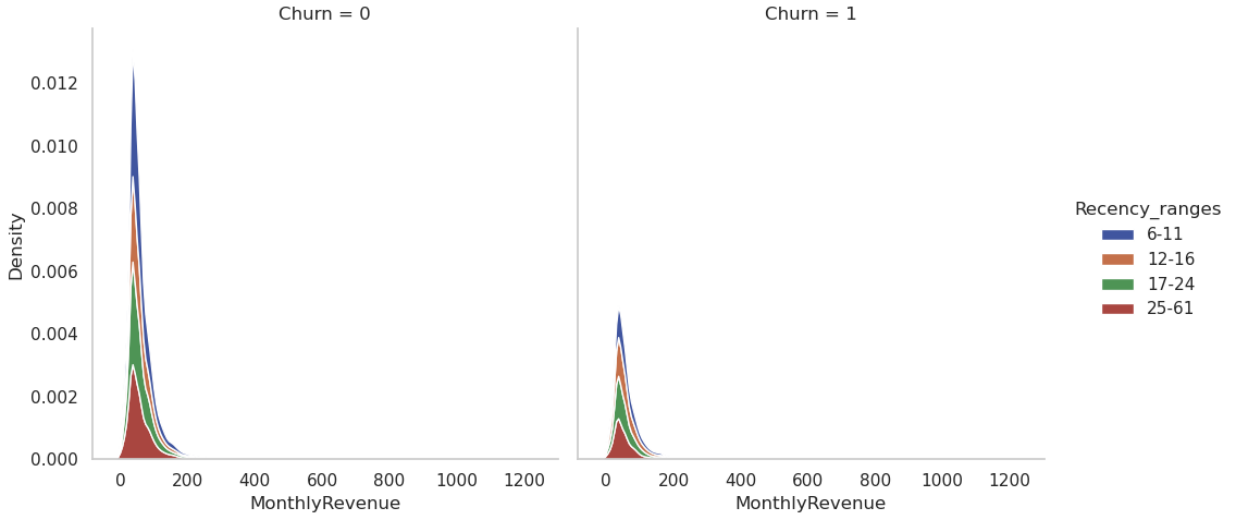
InboundCalls	المكالمات الواردة بهدف استفسار العملاء أو مكالمات دعم المنتج أو حتى الشكاوى.
IncomeGroup	مجموعة دخل المشترك.
MadeCallToRetentionTeam	متغير ثنائي يشير فيما لو كان المشترك أجرى مكالمة إلى فريق استبقاء العملاء في الشركة (1 = نعم، 0 = لا).
MaritalStatus	الحالة الاجتماعية للمشارك.
MonthlyMinutes	متوسط عدد الدقائق التي يقضيها المشترك شهرياً.
MonthlyRevenue	متوسط المبلغ الشهري الذي يدفعه المشترك لقاء الخدمات المقدمة له.
MonthsInService	عدد الأشهر الإجمالية منذ الاشتراك.
NewCellphoneUser	متغير ثنائي يشير فيما لو كان المشترك مستخدماً جديداً للهاتف المحمول (1 = نعم، 0 = لا).
NonUSTravel	متغير ثنائي يشير فيما لو كان المشترك يسافر خارج الولايات المتحدة عادةً (1 = نعم، 0 = لا).
NotNewCellphoneUser	متغير ثنائي يشير فيما لو كان المشترك ليس مستخدماً جديداً للهاتف المحمول (1 = نعم، 0 = لا).
Occupation	مهنة المشارك
OffPeakCallsInOut	عدد المكالمات التي أُجريت أو وُردت خارج ساعات الذروة.
OptOutMailings	متغير ثنائي يشير فيما لو كان المشارك قد اختار عدم تلقي الرسائل البريدية (1 = نعم، 0 = لا).

OutboundCalls	المكالمات الصادرة بهدف التسويق عبر الهاتف أو متابعة العملاء والتذكير بالمواعيد.
OverageMinutes	عدد الدقائق التي استخدمها المشترك بعد الدقائق الشهرية المخصصة له.
OwensComputer	متغير ثنائي يشير فيما لو كان المشترك يملك حاسبًا (1 = نعم، 0 = لا).
OwensMotorcycle	متغير ثنائي يشير فيما لو كان المشترك يملك دراجة نارية (1 = نعم، 0 = لا).
PeakCallsInOut	عدد المكالمات التي أُجريت أو وُردت خلال ساعات الذروة.
PercChangeMinutes	النسبة المئوية للتغير في عدد الدقائق المستخدمة مقارنة بالشهر السابق.
PercChangeRevenues	النسبة المئوية للتغير في الرصيد الشهري مقارنة بالشهر السابق.
PrizmCode	رمز PRIZM الخاص بالمشترك، وهو نظام تجزئة يستخدم لأغراض أبحاث العميل.
ReceivedCalls	عدد المكالمات المستقبلية.
ReferralsMadeBySubscriber	عدد الإحالات التي قام بها العميل (عدد المشتركين الذين جلبهم).
RespondsToMailOffers	متغير ثنائي يشير فيما لو كان المشترك يستجيب لعروض البريد (1 = نعم، 0 = لا).

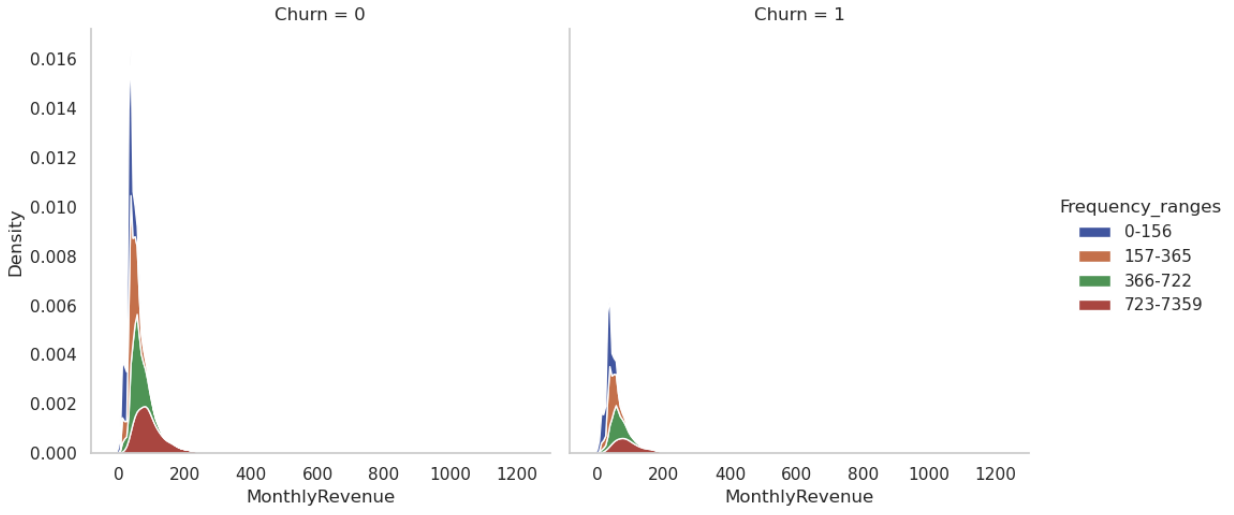
RetentionCalls	عدد المكالمات التي أجراها فريق استبقاء الزبائن في الشركة بالمشارك.
RetentionOffersAccepted	متغير ثنائي يشير فيما لو كان المشارك قد قبل بعرض الاستبقاء (1 = نعم، 0 = لا).
RoamingCalls	عدد المكالمات التي أجراها المشارك أثناء التجوال خارج منطقته المحلية.
RVOwner	متغير ثنائي يشير فيما لو كان المشارك يملك عربة سكن متنقلة (1 = نعم، 0 = لا).
ServiceArea	المنطقة الجغرافية التي يوجد فيها المشارك.
ThreewayCalls	عدد المكالمات الثلاثية التي أجراها المشارك.
TotalRecurringCharge	كمية الرصيد الشهري للمشارك.
TruckOwner	متغير ثنائي يشير فيما لو كان المشارك يملك سيارة (1 = نعم، 0 = لا).
UnansweredCalls	عدد المكالمات التي لم يُرد عليها من قبل المشارك.
UniqueSubs	عدد المشاركين الفريدين المرتبطين بحساب المشارك.

الملحق الثاني: عينات من نتائج الاختبار

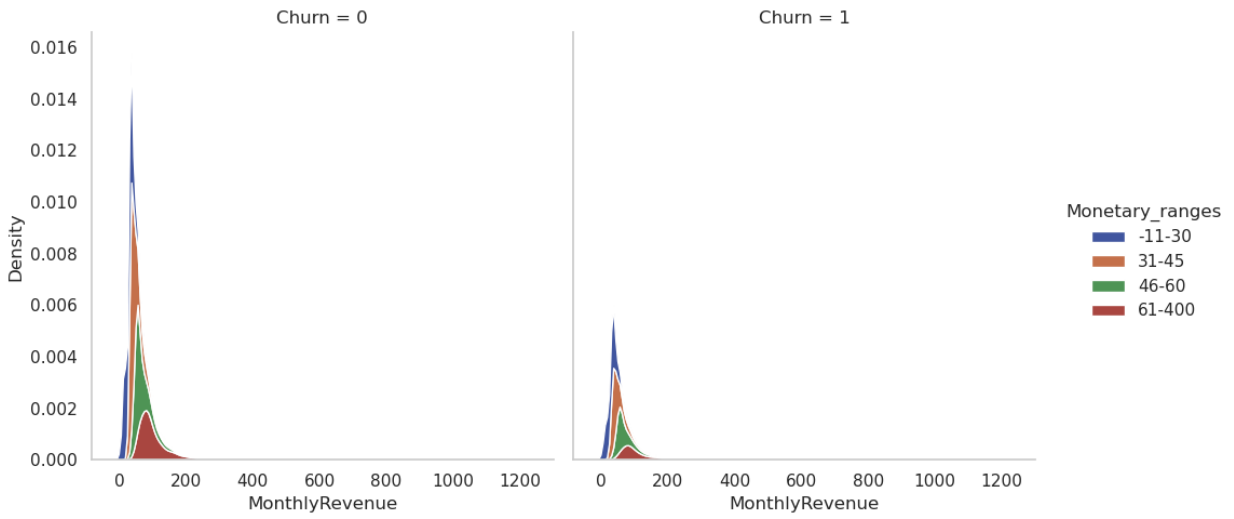
1- برنامج الولاء المقترح - منهجية RFM



الشكل 15: توزيع العائدات الشهرية بالنسبة للمعيار L



الشكل 16: توزيع العائدات الشهرية بالنسبة للمعيار F



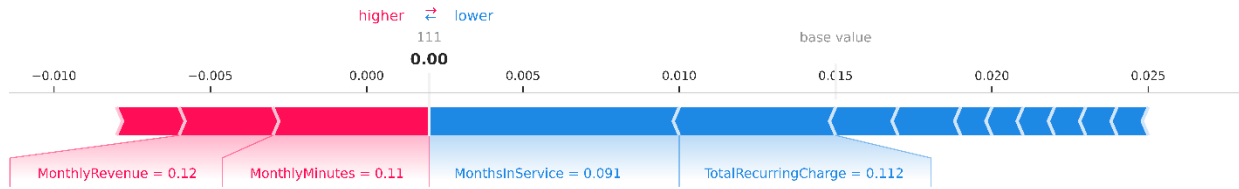
الشكل 17: توزيع العائدات الشهرية بالنسبة للمعيار M

2- برنامج الولاء المقترح - عينة من نتائج الاختبار

1-2- حالة أولى - الشريحة 111

الصف أو شريحة العملاء الأكثر أهمية بالنسبة للشركة وهي 111 نلاحظ أنّ: المتغير *MonthsInService* والمتغير *TotalRecurringCharge* لهما تأثير إيجابي في تصنيف العملاء في هذه الشريحة وبالتالي فتقديم خدمات أو عروض لها علاقة بعمر اشتراك العملاء أو تناسب عمليات التعبئة الشهرية من شأنهما تعزيز الولاء، بينما نجد أنّ المتغيرين *MonthlyMinutes* و *MonthlyRevenue* لها تأثير عكسي على تصنيف العملاء في هذا الصف وبالتالي فإنّ أخذها بعين الاعتبار أثناء تصميم الخدمات والمنتجات من شأنه العمل على استبقاء العملاء في هذا الصف.

في الشكل 18 نلاحظ أنّ *TotalRecurringCharge* له تأثير إيجابي على الولاء؛ وبالتالي يمكن الاستدلال على تدني حساسية العملاء للأسعار ويمكن القول أنّ البيئة هنا غير مرنة (Inelastic).



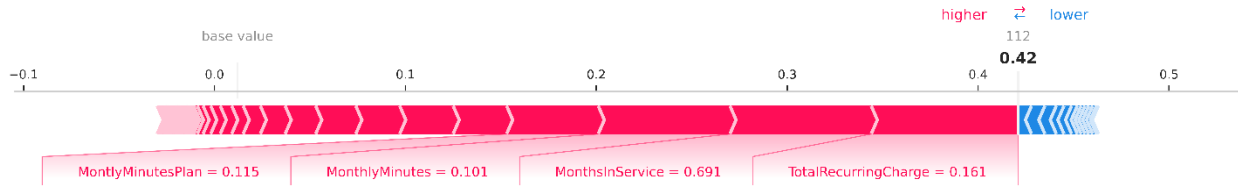
الشكل 18: مساهمة السمات في التصنيف - الشريحة 111.

يمكن اقتراح حسومات أو كوبونات معينة لدى تحقيقهم نسبة معينة من العائدات الشهرية، عند الاختبار وجد عدم التأثير السلبي في الولاء لدى اقتراح عروض ما. أبدت تغير بسيط ويكاد يذكر في الولاء لدى حسم

نسبة تتراوح (0.15 – 0.7) من العائدات شهرية، يمكن اقتراح العروض مستبعدين هذا المجال. بالنسبة لمعدل التسرب (17.76%) فقد انخفض بنسبة تتراوح بين [6% – 7.9%].

2-2- حالة ثانية – الشريحة 112

تُمثل الشريحة 112 العملاء المتحسين للسعر والبيئة المرنة، فالسمة *TotalRecurringCharge* لها تأثير سلبي على التصنيف في هذه الشريحة وهي شريحة مهمة للشركة نسبياً. يمكن اقتراح التعامل في هذه الحالة، كالتالي:



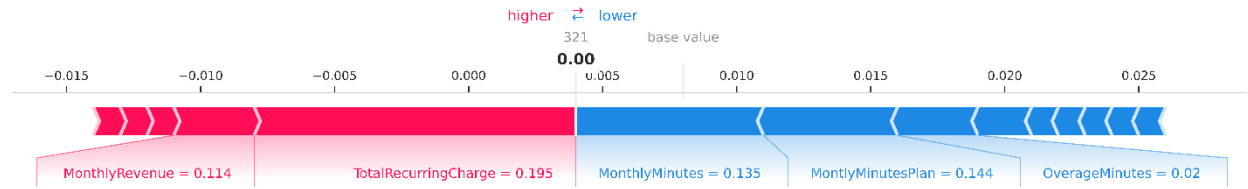
الشكل 19: مساهمة السمات في التصنيف – الشريحة 112

يمثل انخفاض مجموع عمليات التعبئة الشهرية إلى تراجع الولاء بمستويات كبيرة في هذه الشريحة، والعكس صحيح، على سبيل المثال: تمثل عملية الزيادة في عمليات التعبئة الشهرية بنسبة 32% إلى تحويل الشريحة 112 بأكملها إلى الشريحة 111، وبنسب تسرب قريبة من الصفر بعد أن كانت حوالي 22.9%.

2-3- حالة ثالثة - الشريحة 321

نجد في شريحتي العملاء 321 تأثيرًا عكسيًا للمتغيرين *TotalRecurringCharg* والمتغير *MonthlyRevenue* الذين يمثلان الربح الشهري وكمية التعبئة التي يقوم بها المشترك شهريًا. هنا يمكن اقتراح حسومات معينة؛ بهدف الاستبقاء. بينما يمكن الاستفادة من السمات الأخرى مثل متغيرات *Minutes* لتوفير خدمات مخصصة بهدف تعزيز الولاء.

مثلًا، عند اختبار إضافة حسومات على الباقة الشهرية المخصصة للعملاء في الشريحة 321 بنسبة 0.1، ينتقل نسبة 12/119 إلى الشريحة الأكثر أهمية 311. بينما توفير حسومات بنسبة 0.2 تنقل نسبة 23/119 من العملاء إلى الشريحة 311 أيضًا. بالنسبة لمعدل التسرب (30.7%) ينخفض بنسب مشابهة تتراوح بين (10% - 20%) بالاعتماد على نسب التوفير من عمليات التعبئة الشهرية.

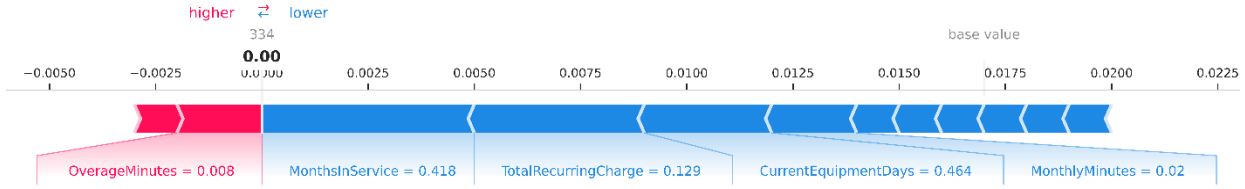


الشكل 20: مساهمة السمات في التصنيف - الشريحة 321

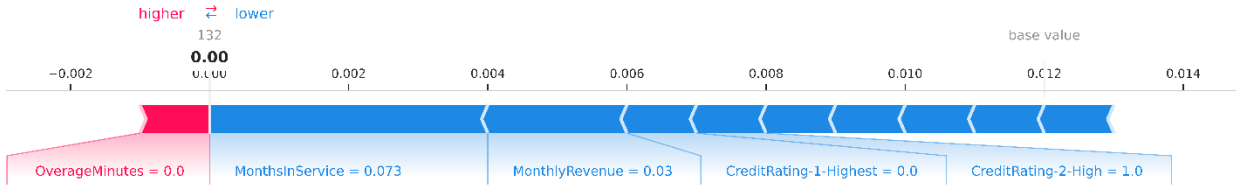
2-4- حالة رابعة - الشريحة 132 والشريحة 334

نجد في شريحتي العملاء 132 و 334 تأثيرًا عكسيًا للمتغير *OverageMinutes* والذي يمثّل معدل الدقائق الإضافية المستخدمة فوق خطة الدقائق الشهرية. هنا يمكن اقتراح عروض أو حسومات معينة؛ بهدف الاستبقاء. بينما يمكن الاستفادة من السمات الأخرى مثل *MonthsInService* لتوفير خدمات مخصصة بهدف تعزيز الولاء.

عند تجريب تقديم حسومات تتعلق بالباقات الإضافية لم تُبدِ أية تأثير بغض النظر عن قيمة هذا الحسم. إضافة إلى ذلك، عند اقتراح حسومات بالاعتماد على عمر الاشتراك أبدت تأثير إيجابي وخطي.



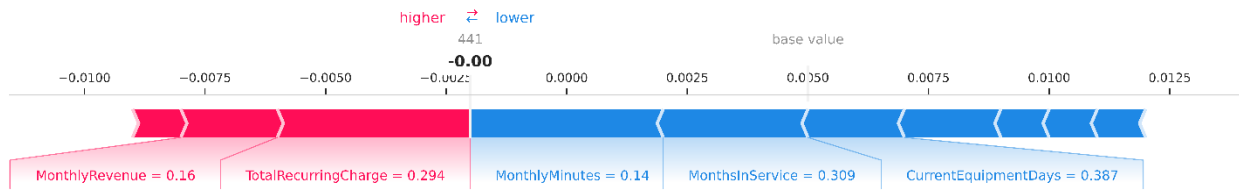
الشكل 21: مساهمة السمات في التصنيف - الشريحة 334



الشكل 22: مساهمة السمات في التصنيف - الشريحة 132

5-2- حالة خامسة - الشريحة 441

شريحة العملاء 441 وهم من ضمن تصنيف العملاء عاليي الإنفاق، نلاحظ أنّ السمة *MonthlyRevenue* والسمة *TotalRecurringCharge* لهما تأثير عكسي اتجاه التصنيف بهذه الشريحة. ويقابلها على سبيل المثال السمة *MonthlyMinutes* بالتأثير الإيجابي؛ هذا يفترض أن توفير باقات شهرية مخصصة تناسب الاستهلاك الشهري تزيد معدلات الاستبقاء، وبنفس الطريقة فتوفير كوبونات أو حسومات مخصصة على عمليات التعبئة الشهرية من شأنه تعزيز الولاء. مع التنبيه إلى أنّ معدل التسرب في



الشكل 23: مساهمة السمات في التصنيف - الشريحة 441

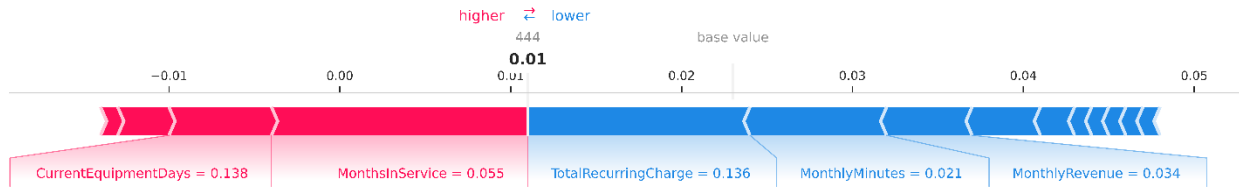
هذه الشريحة يساوي إلى 23%.

لكن عند تجريب منح العملاء حسومات على عمليات التعبئة أو الأرباح المحصلة منهم عمومًا لم تعطِ أية تأثيرات إيجابية، ولكن تناسب معدل التسرب عكسًا مع الحسم الممنوح.

2-6- حالة سادسة - الشريحة 444

مجموعة العملاء 444 وهم العملاء الأقل ولاءً، يمكن ملاحظة التأثير العكسي للمتغيرين *MonthsInService* و *CurrentEquipmentDays* لهما تأثير عكسي على استبقاء العملاء، بينما السمات مثل المتغير *MonthlyMinutes* و *TotalRecurringCharge* لهما تأثيرًا إيجابيًا كما في الشكل 24. يقترح هنا توفير باقات أو حسومات تشجعهم على إطالة زمن الاشتراك وتتناول الدقائق وعمليات التعبئة بشكل رئيسي.

فمثلاً: لدى تقديم باقة بنسبة 0.1 من نسبة الدقائق العميلة، تنخفض نسبة العملاء في الشريحة 444 بنسبة (22/346)، وتضاف إلى 433 الشريحة الأكثر قيمة من حيث القيمة المادية واستهلاك الخدمات، بينما يكون معدل التسرب في هذه الشريحة بنسبة 28.1%، بعد أن كان 32.4%. بينما توفير باقة بنسبة 0.2 من نسبة دقائقهم العميلة ينقل نسبة ($\frac{42}{346} \cong 13.125\%$) العملاء من شريحة العملاء 444 إلى 433، وتخفض نسب التسرب إلى حوالي 25.9%.



الشكل 24: مساهمة السمات في التصنيف - الشريحة 444.

