Neutrosophic Knowledge, Vol. 12, *2026*
University of New Mexico

Article

نموذج نيتروسوفيكي لتقييم تأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي على جودة علاقات العملاء: دراسة تطبيقية على المتاجر الإلكترونية

A Neutrosophic Model for Evaluating the Impact of Artificial Intelligence Technologies on Customer Relationship Quality: An Applied Study on E-Commerce Stores

A.A. Salama[1], Eman Ahmed Awad[2], Mayan Magdy Mohamed Ibrahim[3], Mohamed Hassan Mohamed El-Ashry[4]

[1]Dept. of Mathematics and Computer Science, Faculty of Science, Port Said University, Egypt, Email: drsalama44@gmail.com

[2]The Nile Higher Institute for Commercial Sciences and Computer Technology in Mansoura, Egypt, Email: ahmedashraf.aa711@gmail.com

[3]The Nile Higher Institute for Commercial Sciences and Computer Technology in Mansoura, Egypt, mayanmagdy98@gmail.com

[4]Department of Business Administration, Higher Institute of Commercial Sciences, El-Mahalla El-Kubra, Egypt, ashery2010@yahoo.com

* Correspondence: drsalama44@gmail.com

Received: 06, 02, 2026; *Accepted:* 06, 26, 2026

الملخص: تستهدف هذه الدراسة تقصي وتحليل طبيعة العلاقة التأثيرية التنبؤية بين توظيف تقنيات محددة للذكاء الاصطناعي تتمثل في روبوتات الدردشة التفاعلية، استراتيجيات التسعير الديناميكي، العروض الترويجية الموجهة، تحليل البيانات الضخمة، وأنظمة توصية المحتوى الذكية وبين جودة علاقات العملاء الرقمية (CRQ) بأبعادها السلوكية المستدامة المتمثلة في الرضا، الثقة الرقمية، والالتزام طويل الأجل، وذلك في سياق بيئة التجارة الإلكترونية المعاصرة. وتأسيسًا على الفلسفة الرياضية للمنطق النيتروسوفيكي كإطار كلي عازل لمركبات الحقيقة واللاتأكد والزيف، تعتمد الدراسة على بيانات ميدانية لعينة قوامها (301) مفردة. حيث جرى نمذجة المجموعات النيتروسوفيكية المفردة القيمة (SVNS)كبديل استراتيجي لتقييم وتفكيك الاستجابات السلوكية للعملاء وعزلها في فضاء تحليلي مستقل يضم: درجة الصواب والقبول(T) ، درجة اللاتأكد وعدم التحديد(I) ، ودرجة الخطأ والرفض .(F) يلى ذلك تطبيق دالة إزالة النيتروسوفيكية (Deneutrosophication) لمعايرة البيانات خطيًا ضمن المجال القياسي [0, 1]، وتمهيدها للتقدير الإحصائي عبر نموذج انحدار خطي مطور نيتروسوفيكياً لخدمة أدوات التخطيط الاستراتيجي وصناعة القرار .

الكلمات المفتاحية :المنطق النيتروسوفيكي؛ المجموعات النيتروسوفيكية المفردة القيمة (SVNS) ؛ تقنيات الذكاء الاصطناعي؛ جودة علاقات العملاء(CRQ) ؛ الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير(XAI) ؛ دالة إزالة النيتروسوفيكية .

Abstract: This study investigates and analyzes the predictive causal relationship between the utilization of specific Artificial Intelligence (AI) techniques encompassing chatbots, dynamic pricing strategies, targeted offers, big data analytics, and intelligent content recommendation systems and the quality of digital customer relationships (CRQ), measured through its sustainable behavioral dimensions: satisfaction, digital trust, and long-term commitment, within the contemporary e-commerce environment. Grounded in the mathematical philosophy of Neutrosophic Logic, the study evaluates primary empirical data from a sample of 301 respondents. Single-Valued Neutrosophic Sets (SVNS) are employed as an alternative strategic framework to deconstruct and analyze behavioral indicators across a three-dimensional analytical space comprising truth (T), indeterminacy (I), and falsity (F). A weighted neutrosophic Deneutrosophication function is applied to linearly normalize the behavioral parameters within the standard [0, 1] domain, mapping the transformed datasets to a neutrosophic regression model to support strategic planning and data-driven managerial decision-making.

Keywords: Neutrosophic Logic; Single-Valued Neutrosophic Sets (SVNS); AI Techniques; Customer Relationship Quality (CRQ); Explainable AI (XAI); Deneutrosophication.

1. المقدمة (Introduction)

يتطلب التطور المستمر والمطرد لبيئات الأسواق الرقمية بناء أطر منهجية متكاملة قادرة على نمذجة وتحليل سلوكيات المستهلك المعقدة بدقة علمية. وفي هذا الصدد، تسعى الشركات جاهدة لتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي لفهم محددات العلاقة مع العملاء الرقميين [1,2]. وتاريخياً، اعتمدت الدراسات التطبيقية المعنية بقياس "جودة علاقات العملاء الرقمية " (CRQ)بشكل مكثف على المناهج الإحصائية القياسية التقليدية أو أنظمة المنطق الضبابي الكلاسيكية. ومع ذلك، يظل هناك قصور بنيوي قائم في تلك النماذج التقليدية؛ إذ إنها ترتكز في المقام الأول على أطر المنطق الثنائي الصلب (Crisp Logic)أو المنطق الفازي الثنائي(Fuzzy Logic) ، مما يحد من قدرتها المنهجية على الإحاطة الكاملة بالجوانب الذاتية، والحدود المعرفية، ومستويات التردد متعددة الأبعاد التي تظهر في التفاعلات الرقمية للمستهلكين.

وتتبلور الفجوة البحثية الأصيلة التي تعالجها هذه الدراسة في ميل الأدبيات التسويقية والقياسية التقليدية إلى إغفال أو إقصاء طاقات "عدم التحديد" والارتياب الخوارزمي (Indeterminacy) أثناء قياس الاستجابات السلوكية للعملاء. فالمنهجيات الميدانية السائدة غالباً ما تقسر التقييمات البشرية المعقدة وتصهرها ضمن مقاييس (ليكرت) التقليدية الرتيبة، مما يؤدي إحصائياً إلى طمس حالات التردد المعرفي، والحياد السلبي، والتشكك الضمني لدى المستهلك، ودمج هذه الحالات النفسية المستقلة تماماً داخل المتوسطات الحسابية الصامتة دون التعبير عن الواقع السلوكي بدقة [3]. ومن ثم، فإن دمج الفلسفة الرياضية للمنطق النيتروسوفيكي في هذا البحث يأتي ليعالج هذه الفجوات البنيوية، حيث يوفر إطاراً أكثر ملاءمة لبعض حالات عدم التحديد عبر تفكيك البيانات الميدانية وعزلها تجريبياً إلى متجهات مستقلة تشمل: القبول(T) ، والرفض(F) ، والتردد أو عدم التحديد(I)

2. المواد والمنهجية(Materials and Methods)

لتقييم الأثر التنبؤي لتقنيات الذكاء الاصطناعي في جودة علاقات العملاء الرقمية(CRQ) ، يرتكز الإطار التطبيقي لهذه الدراسة على الأسس الرياضية للمجموعات النيتروسوفيكية مفردة القيمة Single-Valued Neutrosophic Sets) (SVNS - وتكاملاتها التوبولوجية والكريسيب لتفكيك الاستجابات وعزلها في فضاء تحليلي ثلاثي الأبعاد مستقل تماماً يضم: درجة الصواب والقبول اليقيني (T) ، درجة اللاتأكد وعدم التحديد(I) ، ودرجة الخطأ والرفض الصريح [4,5,6] (F). تعتمد المنهجية الميدانية على إعادة معالجة وتحليل معطيات عينة إحصائية ممثلة قوامها (N = 301) مفردة مستقاة من واقع تقييمات العملاء [3].

إذا افترضنا أن A يمثل مجموعة نيتروسوفيكية مفردة القيمة (SVNS) في فضاء المقال الكلي X [4]، فإن كل عنصر نيتروسوفيكي مفرد القيمة $x \varepsilon A$ يتم تحديده رياضياً وتوصيفه بوضوح عبر ثلاثة دوال عضوية مستقلة: دالة عضوية الصواب أو القبول $TA(x)$، دالة عضوية عدم التحديد أو اللاتأكد $I_{A(x)}$، ودالة عضوية الخطأ أو الرفض $F_{A(x)}$ [4,7]. وتتم صياغة هذه المركبات الثلاثة كإحداثيات مستقلة تقع ضمن المجال الحقيقي القياسي [0, 1] كما يلي [4]:

$$A = \{x, T_{A(x)}, I_{A(x)}, F_{A(x)}, x \varepsilon X\}$$

حيث تعبر الدوال الثلاث عن مؤشرات مستقلة تنتمي للمجال القياسي الحقيقي [0, 1] لتحديد استجابة العميل بدقة: حيث يتحقق الشرط البنيوي التالي : $0 \leq TA(x) + IA(x) + FA(x) \leq 3$

الاشتقاق الرياضي والمبررات المنهجية لدالة إزالة النيتروسوفيكية:(Deneutrosophication)

لتحويل هذه التقييمات السلوكية ثلاثية الأبعاد إلى قيم حقيقية محددة وقاطعة (Crisp Values) تكون صالحة للتضمين في نماذج الانحدار الخطي والتقدير الإحصائي لخدمة أدوات التخطيط الاستراتيجي وصناعة القرار، تم تطبيق دالة المحصلة النيتروسوفيكية الموزونة $N(x)$ لتطهير البيانات السلوكية ومعايرتها خطياً وفق الصيغة الرياضية التالية :[8,9]

$$N(x) = \frac{T + (1 - I) + (1 - F)}{3}$$

- **أساس الاشتقاق الرياضي :**يعتمد هذا الاشتقاق على منح وزن إيجابي مضاعف لمركبة اليقين والصواب(T) ، في مقابل إجراء تسوية خطية تطرح الأثر المثبط الناجم عن مركبتي اللاتأكد البنيوي (I) والرفض الصريح (F).وبإعادة صياغة البسط ليكون [2 T_A(x) + (1 - I_A(x)) + (1 - F_A(x))]ثم قسمته على الحد الأقصى للمجال، تنتج دالة تحويل خطي مستمرة تقع مخرجاتها بدقة داخل المجال الحقيقي القياسي .[0, 1]
- **المبررات المنهجية للاختيار :**تم اختيار هذه الصيغة الرياضية وتفضيلها على الدوال البديلة لإزالة النيتروسوفيكية لأنها ترفض التعامل مع طاقة عدم التحديد (I) كقيمة ساكنة أو محايدة الوزن. ففي سياق سيكولوجية المستهلك الرقمي، يعبر ارتفاع قيمة (I) عن الغموض الخوارزمي أو التردد المعرفي الذي يؤدي مباشرة إلى تآكل الثقة. وعليه، فإن هذا النموذج يحافظ على الأثر التشغيلي المستقل لإحداثي عدم التحديد، مما يضمن أن الشك الكامن لدى العميل يقوم بخفض صافي قيمة الأداء المحسوبة بشكل دقيق ودون خلطه بمركبة الرفض القاطع.[8,9] (F)

3. مشكلة الدراسة وفجوتها المعرفية (Research Problem)

على الرغم من وفرة الأدبيات التي تناولت تطبيقات تقنيات الذكاء الاصطناعي في بيئة التسويق الرقمي وإدارة علاقات المستهلكين، إلا أن غالبية تلك الدراسات تعاملت مع استجابات العملاء السلوكية والنفسية من منظور إحصائي جامد يعجز بنيوياً عن استيعاب حالات الارتياب والتذبذب الإدراكي البشري. وتتحدد الفجوة المعرفية والمنهجية التي يسدها هذا البحث في النقاط المحورية التالية:

1. **قصور أدوات القياس الكلاسيكية :**إن استخدام مقياس (ليكرت) الخماسي التقليدي في رصد تقييم العملاء لأنظمة الذكاء الاصطناعي يفترض سلفاً قدرة المستهلك على اتخاذ موقف حاد وقاطع، بينما الواقع السلوكي الميداني

يؤكد أن المستهلك يعيش حالة من عدم التحديد البنيوي (Indeterminacy) الناجمة عن الغموض المعرفي لعمليات الأتمتة، مثل عدم فهمه لآليات الخوارزميات في تعديل الأسعار لحظياً في تقنية التسعير الديناميكي.

2. **الفجوة المنهجية مع الدراسات السابقة :**تشكل دراسة (**إبراهيم (2024)** القاعدة المفاهيمية والبياناتية الميدانية الشاملة التي انطلق منها هذا البحث. ومع ذلك، فإن الفجوة المنهجية تتبلور في قيام الدراسة السابقة بتحليل تلك المعطيات تحت مظلة الإحصاء التقليدي المبني على المنطق الكلاسيكي، مما أدى حتماً إلى دمج وطمس حالات التردد واللاتأكد الطبيعية داخل المتوسطات الحسابية الصامتة. وتأتي هذه الدراسة لتحدث انتقالاً منهجياً وعلمياً جذرياً **(Shift Methodological)** يعيد معالجة ذات المعطيات ميدانياً عبر نمذجة المجموعات النيتروسوفيكية المفردة القيمة (SVNS) لاستخلاص طاقة اللاتأكد وعزلها كمؤشر سلوكي مستقل له وزنه الإداري والتنبؤي.

وبناءً على ما تقدم من رصد للفجوات، يمكن صياغة مشكلة الدراسة في التساؤل الرئيس التالي:

كيف يمكن بناء نموذج نيتروسوفيكي رصين لتقييم وفحص أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على جودة علاقات العملاء في المتاجر الإلكترونية، بشكل يسمح برصد وتفكيك فجوات اللاتأكد وعدم التحديد السلوكي؟

وينبثق من هذا التساؤل الرئيس الأسئلة الفرعية التالية:

- **س1 :**ما مستوى القبول والاتساق النيتروسوفيكي الممثل بالمركبات الثلاث المستقلة (T, I, F) لاستجابات العملاء تجاه أبعاد الذكاء الاصطناعي (روبوتات الدردشة، التسعير الديناميكي، العروض الموجهة، البيانات الضخمة، أنظمة التوصية)؟
- **س2 :**ما طبيعة وحجم طاقة اللاتأكد وعدم التحديد (I) الكامنة في سلوك ومواقف العملاء تجاه خوارزميات التسعير الديناميكي المطبقة؟
- **س3 :**ما مدى معنوية وصلاحية نموذج الانحدار الخطي المقدر نيتروسوفيكياً للتنبؤ بجودة علاقات العملاء الرقمية (CRQ) بدلالة تقنيات الذكاء الاصطناعي(AI) ؟

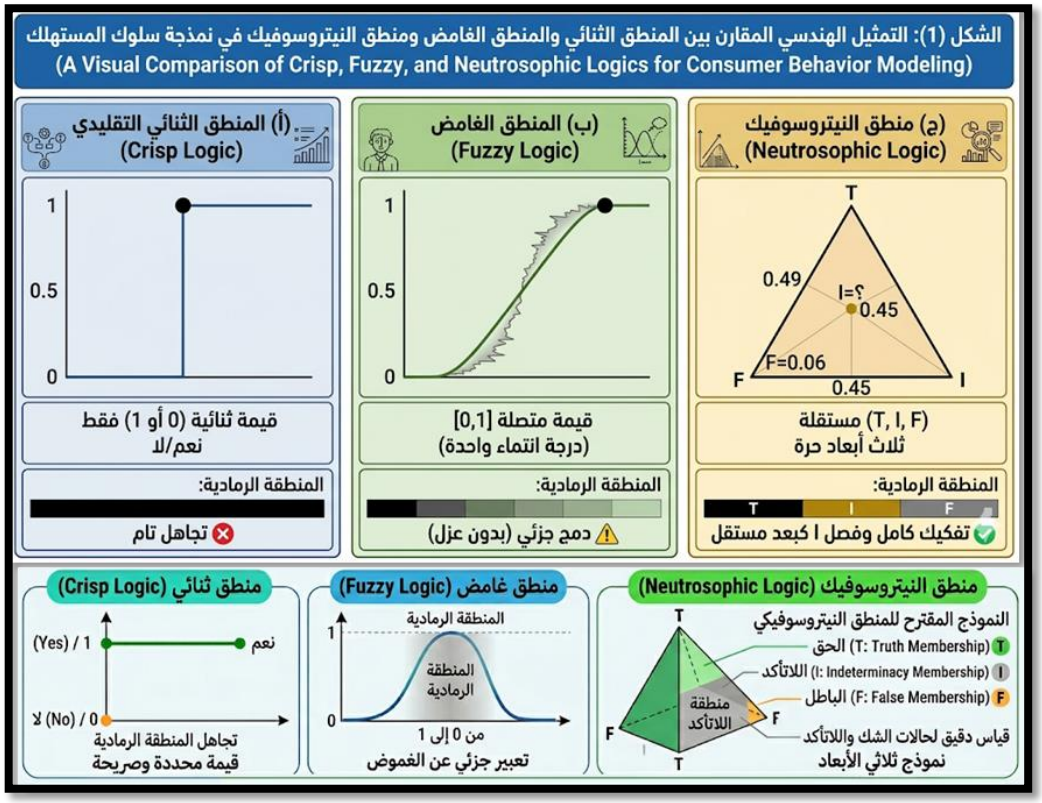
ولأجل إبراز القيمة المضافة لهذا الانتقال التحليلي مقارنة بالمسارات الفكرية السابقة، يعرض الجدول رقم (1) مقارنة مرجعية تفصيلية بين الأطر المنطقية الحاكمة لقياس الظواهر السلوكية:

جدول **(1):** مقارنة تحليلية بين المنطق التقليدي والغامض والنيتروسوفيكي في تمثيل سلوك المستهلك

وجه المقارنة	المنطق الثنائي التقليدي (Crisp Logic)	المنطق الغامض (Fuzzy Logic)	منطق النيتروسوفيك (Neutrosophic Logic)
طبيعة القيم والتمثيل	**قيم قاطعة ومحددة وثنائية القطب.**	**قيم متدرجة ودرجات انتمائية متصلة.**	**قيم متعددة الأبعاد تمثل الطيف الإدراك الكامل.**
الأبعاد الرياضية	**بُعدان فقط: (0 أو 1) / (نعم أو لا).**	**بُعد واحد يتدرج في المجال المفتوح [0, 1].**	**ثلاثة أبعاد مستقلة: الصواب (T)، اللاتأكد (I)، الخطأ (F).**

وجه المقارنة	المنطق الثنائي التقليدي (Crisp Logic)	المنطق الغامض (Fuzzy Logic)	منطق النيتروسوفيك (Neutrosophic Logic)
النموذج الهندسي	خط مستقيم ثنائي الأبعاد بنقطتين حادتين.	منحنى بياني متصل.	مجسم ثلاثي الأبعاد (D3) (مثلث أو مكعب).
التعامل مع المنطقة الرمادية	تجاهل تام للمنطقة الرمادية وحالات عدم اليقين.	تعبير جزئي عن الغموض؛ حيث تدمج الحيرة دون عزلها.	تفكيك دقيق وفصل كامل لمنطقة الشك واللاتأكد كبُعد مستقل.
تأثيره على قياس سلوك المستهلك	يؤدي إلى نتائج مضللة لافتراضه أن رأي العميل حاد وقاطع دائماً.	يقدّم صورة تقريبية لكنه يعجز عن تحديد أسباب ومقدار تردد العميل.	يقدّم قراءة واقعية تفسر تذبذب إدراك العميل تجاه خوارزميات الذكاء الاصطناعي.
الموقف الاستراتيجي للباحث	مستبعد لقصوره عن معالجة مشكلة الدراسة.	قاصر عن عزل حالات الحيرة السلوكية.	المنهج المعتمد في الدراسة نظراً لكفاءته التبريرية والقياسية.

يُلاحظ من واقع مخرجات الجدول (1) أن الانتقال المعرفي المخطط له من المنطق التقليدي الصلب إلى المنطق الغامض، وصولاً إلى المنطق النيتروسوفيكي الحديث، يمثل ثورة تكنولوجية ومنهجية في نمذجة السلوك البشري واتخاذ القرارات الإدارية. وتكمن المزية الاستراتيجية لتبني هذا المنطق المطور في دراستنا الحالية في قدرة البُعد المستقل للاتأكد (I) على قياس وتفتيت طاقة التردد والالتباس لدى المستهلك عزلًا وتفكيكًا، وهي المنطقة السيكولوجية الحرجة التي تتجاهلها تماماً المقاييس الإحصائية الكلاسيكية أو تخلط مركباتها النظم الغامضة، مما يضمن دقة ومتانة بناء نموذج القياس والتنبؤ المتكامل المستهدف في هذا البحث.



الشكل (1): تمثيل هندسي وبصري مقارن بين المنطق الثنائي التقليدي(Crisp Logic) ، والمنطق الغامض (Fuzzy Logic)، ومنطق النيتروسوفيك (Neutrosophic Logic) ، وذلك في سياق نمذجة سلوك المستهلك وتقييمه لتقنيات الذكاء الاصطناعي في المتاجر الإلكترونية. يهدف الشكل إلى إيضاح الفجوات المنهجية التي تعاني منها المناهج التقليدية، والميزات النوعية التي يقدمها منطق النيتروسوفيك بوصفه الإطار التحليلي المعتمد في هذه الدراسة.

أولاً: المنطق الثنائي التقليدي (الجهة اليسرى من الشكل) :يعتمد هذا المنطق على قيم قاطعة وثنائية القطب (0 أو 1، نعم أو لا)، ويُمثل هندسياً بخط مستقيم ثنائي الأبعاد بنقطتين حادتين فقط. يكمن القصور الجوهري لهذا المنطق في **تجاهله التام للمنطقة الرمادية** وحالات عدم اليقين والتردد النفسي التي يعاني منها المستهلك الرقمي. افتراضه أن رأي العميل حاد وقاطع دائماً يؤدي إلى نتائج مضللة، خاصة عند التعامل مع تقنيات الذكاء الاصطناعي المعقدة التي تثير مشاعر متضاربة لدى المستهلك (كالتسعير الديناميكي أو خصوصية البيانات). لهذا السبب، تم استبعاد هذا المنهج في دراستنا الحالية لقصوره الكامل عن معالجة مشكلة الدراسة.

ثانياً: المنطق الغامض (الجهة الوسطى من الشكل) :يمثل تطوراً نوعياً عن المنطق الثنائي، حيث يعتمد على قيم متدرجة ودرجات انتمائية متصلة في المجال [0,1]، ويُصوَّر هندسياً بمنحنى بياني متصل. يسمح هذا المنطق بتعبير جزئي عن الغموض، لكنه **يعجز عن عزل حالات الحيرة والتردد السلوكي**؛ إذ تدمج درجة الانتماء الواحدة بين اليقين والتردد والرفض في قيمة رقمية واحدة دون تفكيك. هذا الخلط بين المكونات المختلفة للرأي البشري يقدم صورة تقريبية لكنها غير دقيقة،

خاصة عندما يحتاج الباحث إلى فهم ما إذا كان انخفاض درجة القبول ناتجاً عن رفض صريح أم عن تردد ناتج عن غموض الخوارزمية.

ثالثاً: منطق النيتروسوفيك (الجهة اليمنى من الشكل) :يمثل القفزة النوعية الحاسمة في نمذجة السلوك البشري، وهو المنهج المعتمد في هذه الدراسة. يتميز هذا المنطق بثلاثة أبعاد رياضية مستقلة :**درجة الصواب-Truth - T) (membership**، و**درجة اللاتأكد (Indeterminacy-membership - I)** ، و**درجة الخطأ-Falsity - F) (membership)**.يُصوَّر هندسياً بمجسم ثلاثي الأبعاد (مثلث أو مكعب) يتيح حرية تمثيل أي نقطة داخل الفضاء الثلاثي. تكمن المزية المنهجية الكبرى لمنطق النيتروسوفيك في قدرة البعد المستقل (I) على **قياس طاقة التردد واللاتأكد لدى المستهلك عزلاً وتفكيكاً**، وهي المنطقة التي تتجاهلها المقاييس الإحصائية التقليدية (Crisp) أو تخلطها المقاييس الغامضة (Fuzzy).

الخلاصة المقارنة :يُلاحظ من التمثيل البياني في الشكل (1) أن الانتقال من المنطق التقليدي إلى المنطق الغامض، وصولاً إلى منطق النيتروسوفيك، يمثل تطوراً نوعياً متسارعاً في نمذجة السلوك البشري. في حين أن المنطق الثنائي يخسر تماماً بيانات المنطقة الرمادية، والمنطق الغامض يدمجها دون فهم تركيبها الداخلي، فإن منطق النيتروسوفيك يقدم **قراءة واقعية تفسر تذبذب إدراك العميل تجاه خوارزميات الذكاء الاصطناعي،** من خلال الكشف الدقيق عن حجم التردد (I) بشكل منفصل عن حجم اليقين (T) وحجم الرفض .(F) هذه الكفاءة التبريرية والقياسية هي ما جعل من منطق النيتروسوفيك الإطار التحليلي الأمثل لبناء

4. أهداف الدراسة (Research Objectives)

تسعى الدراسة الحالية بشكل رئيس إلى تحقيق الأهداف الأكاديمية والتطبيقية التالية:

1. صياغة إطار منهجي ورياضي متكامل يستند إلى المجموعات النيتروسوفيكية المفردة القيمة (SVNS)، وتطبيق دالة المحصلة الموزونة لإزالة النيتروسوفيكية (Deneutrosophication) في مجال الإدارة والتسويق الرقمي.
2. الكشف الدقيق عن حجم فجوات الارتياب واللاتأكد (I) التي تكتنف علاقة المستهلك الرقمي بخوارزميات المتاجر الإلكترونية، وتحديد التقنيات الأكثر تسبباً في إثارة الغموض الخوارزمي.
3. تقدير معالم نموذج الانحدار الخطي المطور نيتروسوفيكياً واختبار قوته التفسيرية والتنبؤية في بيان أثر المتغير المستقل على المتغير التابع (الرضا، الثقة، الالتزام).
4. تقديم توصيات استراتيجية للمتاجر الإلكترونية حول كيفية إدارة فجوة اللاتأكد، والتحول نحو تطبيقات **الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير (XAI)**.

5. أهمية الدراسة (Research Significance)

أ. الأهمية العلمية والنظرية (Theoretical Significance):

- رفد المكتبة الأكاديمية العربية بنموذج تطبيقي رائد يدمج رياضيات ومنطق النيتروسوفيك في العلوم الإدارية والتسويقية، ويسهم في كسر جمود النماذج الإحصائية التقليدية.
- التأصيل النظري لمفهوم الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير (AI Explainable) كأداة سيكولوجية وتقنية لمعالجة وخفض مستويات عدم التحديد النيتروسوفيكي (I) في تسويق العلاقات.

ب. الأهمية التطبيقية والعملية (Practical Significance):

- تزويد مديري ومطوري المتاجر الإلكترونية بأداة قياس ثلاثية الأبعاد (T, I, F) تمنحهم رؤية أعمق وأكثر دقة لاتخاذ القرارات التسويقية بناءً على نسب التردد الفعلي للعملاء وليس فقط نسب الرفض أو القبول.
- المساهمة في تحسين مستويات الثقة الرقمية والأمان الخوارزمي، مما ينعكس إيجابياً على مستويات الرضا والالتزام طويل الأجل للعملاء في البيئة الرقمية.

6. التأصيل المفاهيمي والارتكاز الرياضي للفضاء النيتروسوفيكي وهندسة التفسير الخوارزمي

1.6. المحور الأول: تقنيات الذكاء الاصطناعي وجودة علاقات العملاء الرقمية

1. **تقنيات الذكاء الاصطناعي (Techniques AI) في المتاجر الإلكترونية:** تُعرّف تقنيات الذكاء الاصطناعي في بيئة المعاملات الرقمية المعاصرة بأنها المنظومات الخوارزمية الذكية والبرمجيات ذاتية التعلم (Self-Learning Algorithms) القادرة على محاكاة واستنساخ القدرات الذهنية البشرية، وتحليل التدفقات السلوكية الضخمة للمستهلك بمرونة تامة، بغرض التخصيص الآلي لبيئات التفاعل الرقمي وتوجيه هندسة القرار الشرائي. وتتأصل البنية التكنولوجية الحالية للدراسة حول خمس ركائز تقنية تمثل البنية الأساسية لمنصات التجارة الإلكترونية المعاصرة:

- **روبوتات الدردشة التفاعلية (Chatbots):** كأدوات برمجية ذكية قائمة على معالجة اللغات الطبيعية (NLP) للاستجابة الفورية المؤتمتة ومعالجة استفسارات العملاء على مدار الساعة، مما يضمن خفض فترات الانتظار وتعزيز كفاءة الخدمة اللحظية.

- **استراتيجيات التسعير الديناميكي (Dynamic Pricing):** وهي خوارزميات تقديرية متطورة تعمل على تعديل أسعار المنتجات والخدمات آنياً بناءً على قوى العرض والطلب، والملفات التعريفية والشرائية للمستخدمين، وتتبع التحركات التنافسية في السوق الرقمي.

- **العروض الترويجية الموجهة (Targeted Offers):** تكتيكات تسويقية تعتمد على رصد وتوقع تفضيلات المستهلكين التاريخية، وتقديم حزم ومحفزات شرائية مخصصة (Mass Personalization) تناسب رغباتهم الآنية والمستقبلية.

- **تحليل البيانات الضخمة (Big Data Analytics):** البنية التحتية البرمجية القادرة على استيعاب ومعالجة التدفقات الهائلة من البيانات غير المهيكلة للمستهلكين، وتحويلها إلى مؤشرات تنبؤية دقيقة تخدم الإدارة الاستراتيجية للعلاقات.

- **أنظمة توصية المحتوى الذكية (Content Recommendation Systems):** خوارزميات التصفية والترشيح التكيّفي والتشاركي (Collaborative Filtering) التي تقترح البدائل والمنتجات ذات الصلة بناءً على النمط السلوكي والشرائي التاريخي للمستخدم.

2. **جودة علاقات العملاء الرقمية (Customer Relationship Quality - CRQ):** تُمثّل جودة العلاقات في الفضاء الرقمي مؤشراً تراكمياً كلياً يعكس مدى عمق، ومتانة، واستدامة الرابطة النفسية والتعاقدية بين المتجر الإلكتروني وعملائه. وتتألف بنيتها المفهومية في هذا البحث من ثلاثة أبعاد جوهرية متداخلة إحصائياً وسلوكياً:

- **الرضا عن العلاقة (Satisfaction):** الحالة الوجدانية والتقييمية الإيجابية الطويلة الأجل الناتجة عن تلافي الفجوة بين توقعات العميل المسبقة وبين الأداء الفعلي المستمد من الخدمات الذكية للمتجر.

- **الثقة الرقمية (Trust):** طمأنينة المستهلك الرقمي واعتقاده الراسخ بنزاهة، وموثوقية، وأمان المعاملات والخوارزميات المطبقة، وضمان حماية خصوصيته السلوكية داخل المتجر الإلكتروني.

- **الالتزام طويل الأجل :(Commitment)** الرغبة المستمرة والمستدامة من قِبل العميل في الحفاظ على العلاقة التفاعلية والتعاقدية مع المتجر، والنمو معها، ومقاومة العروض التنافسية البديلة في السوق.

ويلخص **جدول رقم (2)** التوزيع الهيكلي والمنهجي لمتغيرات الدراسة وأبعادها الفرعية وفق الرؤية البحثية المطورة.

جدول رقم (2): المتغيرات المستقلة والتابعة وأبعادها في البيئة الرقمية

نوع المتغير	اسم المتغير القياسي	الأبعاد والمكونات الفرعية
المتغير المستقل (X)	**تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI)**	**1. روبوتات الدردشة التفاعلية (Chatbots)** **2. استراتيجيات التسعير الديناميكي (Dynamic Pricing)** **3. العروض الترويجية الموجهة (Offers Targeted)** **4. تحليل البيانات الضخمة (Big Data Analytics)** **5. أنظمة توصية المحتوى الذكية**
المتغير التابع (Y)	**جودة علاقات العملاء (CRQ)**	**1. الرضا عن العلاقة (Satisfaction)** **2. الثقة الرقمية (Trust)** **3. الالتزام (Commitment)**

ثانياً: توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي وأثرها السلوكي في بيئة التجارة الإلكترونية

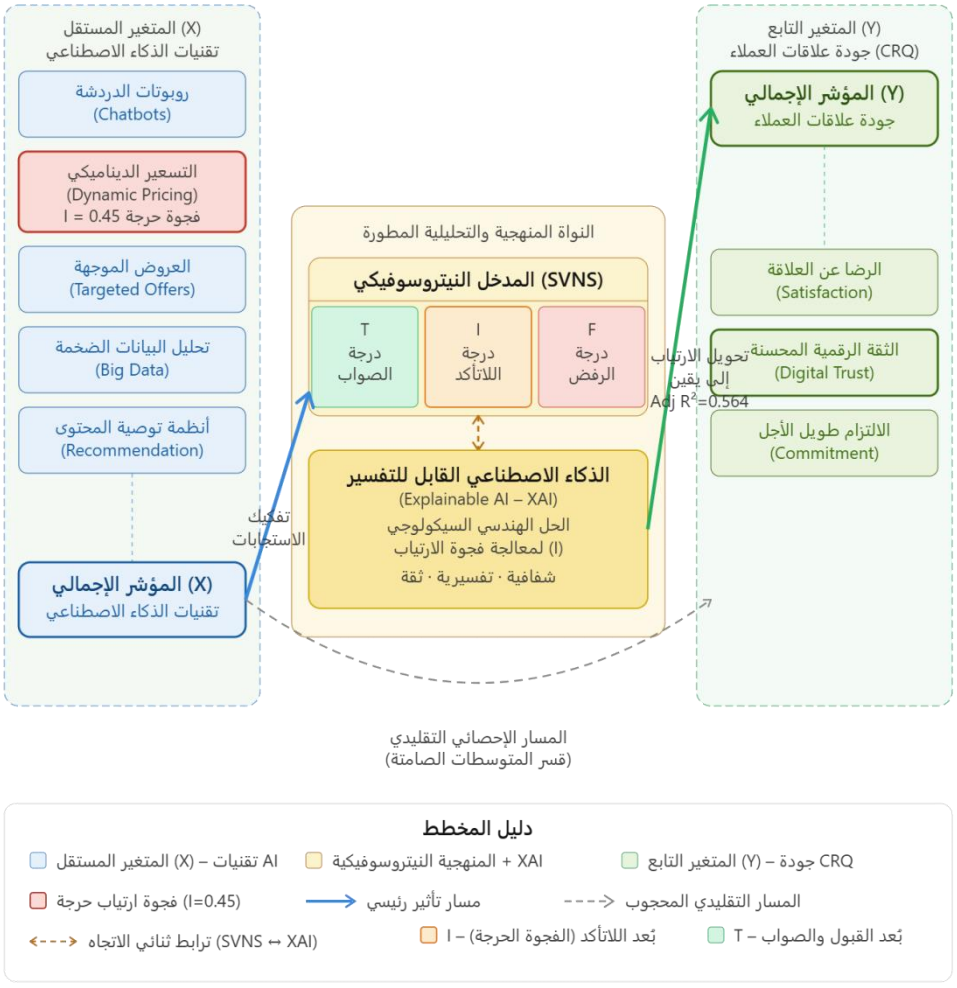
أكدت الأدبيات المعاصرة صعود تقنيات الذكاء الاصطناعي كعامل استراتيجي حاسم في صياغة التجربة الرقمية، وتطوير مستويات الرضا والولاء السلوكي لدى المستهلك؛ حيث ركزت مجموعة من الدراسات على كفاءة وجودة الخدمات التي تقدمها روبوتات الدردشة التفاعلية (Chatbots) ، ودورها المباشر في استبقاء العملاء وتعزيز اندماجهم السلوكي والعلائقي .**(Chen et al., 2023; Hsu & Lin, 2023)**وفي ذات السياق، أشار **الشافعي (Al-Shafei, 2024)** إلى أن جودة التفاعل الإنساني-الخوارزمي تُعد المحرك الأساسي لإشراك المستخدمين وتعميق الرضا الرقمي، وهو ما يتلاقى تماماً مع الطرح الشامل لكل من **أمين وآخرين (Ameen et al., 2021)** حول مركزية تجارب العملاء في عصر الذكاء الاصطناعي وإعادة صياغة أطر التفاعل الممتد والمستدام مع المنصات والواجهات الذكية.

وعلى صعيد أنظمة التوصية الذكية وتحليل البيانات الضخمة، ذهب **هيرمان (Hermann, 2022)** إلى أن التخصيص الشامل للمحتوى الاتصالي والترويجي عبر خوارزميات الذكاء الاصطناعي يمنح المتاجر الإلكترونية ميزة تنافسية واستراتيجية حاسمة، شريطة الالتزام الصارم بالأبعاد الأخلاقية والمعرفية لآليات الاستهداف الذكي وضمان استقرار جودة علاقات العملاء الرقمية .(CRQ) وهي ذات المحددات الميدانية التي رصدتها بدقة دراسة **إبراهيم (2024)** عند

اختبار الأثر التطبيقي لأبعاد الذكاء الاصطناعي الخمسة في جودة العلاقات في البيئة التسويقية المصرية، كقاعدة بيانات انطلقت منها هذه الدراسة.

ويُشكل الشكلان رقم (1) و(2) معاً الهيكل البنيوي والمفاهيمي المتكامل الذي تنتهجه الدراسة الحالية لفهم وتحليل طبيعة هذه العلاقة التأثيرية والتنبؤية بين تقنيات الذكاء الاصطناعي وجودة علاقات العملاء في بيئة التجارة الإلكترونية. ويمثل هذا الهيكل انتقالاً معرفياً من خلال إدراج الفلسفة والمنطق النيتروسوفيكي المطور كمظلة تحليلية وسيطة قادرة على تفكيك مركبات التردد واللاتأكد وعلاج القصور المنهجي والقياسي الواضح في الأدبيات السابقة.

شكل رقم (1): الإطار النظري والمفاهيمي المطور للدراسة والعلاقات البنيوية بين المتغيرات

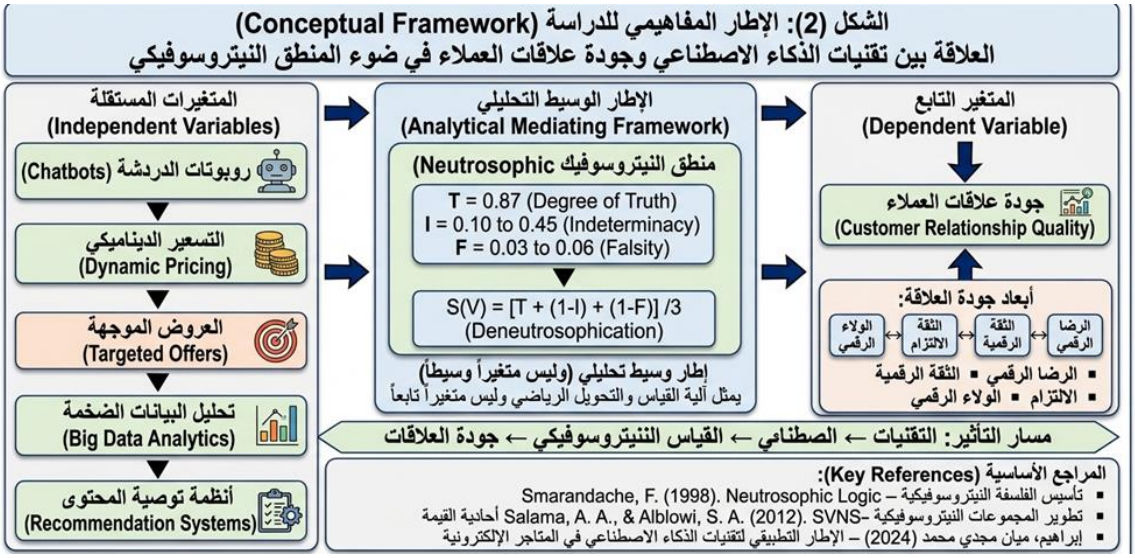


التعليق والتحليل: يُجسّد الشكل رقم (1) الهيكل البنيوي والمسار الفلسفي المعاصر الذي تنتهجه الدراسة الحالية لفك التداخل بين الأبعاد التقنية والسلوكية في بيئة المعاملات الرقمية. ويتجاوز هذا المخطط الأطر التقليدية الصامتة من خلال هندسة مسار موازٍ يربط المتغير المستقل ممثلاً في *تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI Techniques)* بأبعادها الخمسة بالمتغير التابع ممثلاً في *جودة علاقات العملاء (CRQ)* بأبعادها الثلاثة (الرضا، الثقة الرقمية، الالتزام طويل الأجل).

وتكمن القيمة العلمية والمساهمة الجوهرية لهذا النموذج في إدراج **النواة التحليلية الوسيطة في قلب النموذج (التحليل النيتروسوفيكي + SVNS الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير(XAI)** ؛ إذ يوضح المخطط بصرياً ومنهجياً كيف لا يمر

الأثر الخوارزمي إلى المستهلك بشكل خطي مصمت كما تدعي الأدبيات السابقة، بل يخضع لعملية تفكيك ومعالجة داخل فضاء النيتروسوفيك الحر.

إن هذا البناء الهيكلي يبرز للمحكّمين كيف استطاعت الدراسة عزل مركبة اللاتأكد والارتياب النيتروسوفيكي الناتجة عن الغموض الخوارزمي، ومن ثم تقديم حلول *الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير (XAI)* كجسر هندسي سيكولوجي لتغطية فجوات عدم التحديد. وبذلك، يمثل هذا الشكل البوابة المنهجية المفاهيمية التي استندت إليها معادلة الانحدار الموزونة لإثبات القوة التفسيرية العالية للنموذج والبالغة **56.4%**، مما يعطي متخذ القرار رؤية واضحة وشاملة لكيفية تحويل الارتياب الخوارزمي إلى يقين علائقي مستدام.



يستعرض الشكل رقم (2) الآلية المفهومية الدقيقة لمعايرة وقياس متغيرات الأطروحة؛ حيث يستقر في الجانب الأيمن من اللوحة البيانية خمس تقنيات جوهرية للذكاء الاصطناعي تشكل في مجموعها أبعاد المتغير المستقل .(X) وفي المقابل، يستقر في الجانب الأيسر الأبعاد المحورية الثلاثة المكونة لجودة علاقات العملاء الرقمية كمتغير تابع.(Y) وتتأصل اداته المعرفية في النطاق الأوسط؛ حيث يبرز المخطط **المنطق النيتروسوفيكي** بأبعاده الثلاثية المعزولة: درجة الصواب والقبول اليقيني (T) ، درجة اللاتأكد وعدم التحديد والارتياب(I) ، ودرجة الخطأ والرفض الصريح (F) ، بصفته **إطاراً تحليلياً وسيطاً (Analytical Framework)** وليس متغيراً وسيطاً بالمعنى القياسي التقليدي. ويعمل هذا الإطار كمرشح برمجيوإحصائي لتحويل الاستجابات البشرية الحافلة بالغموض والتردد إلى قيم رقمية صلبة ومطهرة ممتدة في المجال القياسي [0, 1]، عبر توظيف دالة المحصلة النيتروسوفيكية الموزونة المحددة بالصيغة الرياضية المعتمدة:

$$S(V) = \frac{T + (1 - I) + (1 - F)}{3}$$

وتوضح الأسهم الانسيابية المتجهة كفاءة المسار السببي للنموذج المطور [**التقنيات الخوارزمية الذكية ← القياس والمعايرة النيتروسوفيكية الفردية القيمة ←ارتقاء وبناء جودة علاقات العملاء الرقمية]**، مما يؤكد الإحكام المنهجي للدراسة استناداً إلى الطروحات التأسيسية لعلم النيتروسوفيك والتوبولوجيا الرياضية (Salama & et.al, 2012; Smarandache, 1998).

2.6. المحور الثاني: المدخل النيتروسوفيكي والذكاء الاصطناعي القابل للتفسير (XAI)

1. الإطار المفهومي للمجموعات النيتروسوفيكية المفردة القيمة (SVNS): يتميز السلوك البشري عموماً، والقرار التسويقي للمستهلك الرقمي خصوصاً، بارتفاع معدلات اللاتأكد البنيوي الناتجة عن غياب المعطيات الكاملة أو تداخل

المؤثرات السيكولوجية. وحيث إن النماذج القياسية التقليدية تفترض استجابات صلبة ومحددة سلفاً، فإنها تقصر لغوياً وإحصائياً عن معالجة فضاء التردد والارتياب.

تأسيساً على ذلك، يوفر منطق النيتروسوفيك (Logic Neutrosophic) الذي أرسى دعائمه الفيلسوف والرياضي *فلورنتين سمارانداكي* وتطور تطبيقياً عبر إسهامات (سلامة، 2015؛ سلامة وأخرون، 2015) مخرجاً منهجياً متكاملاً يتجاوز قصور المنطق الكلاسيكي والمنطق الفازي الضبابي. وفي إطار هذا البحث، تم الاعتماد على **المجموعات النيتروسوفيكية المفردة القيمة (Single-Valued Neutrosophic Sets SVNS)**، حيث تُعرف المجموعة A في فضاء الكون X بالصورة الرياضية التالية:

$$A = \{x, T_{A(x)}, I_{A(x)}, F_{A(x)}), x \varepsilon X\}$$

حيث تعبر الدوال الثلاث عن مؤشرات مستقلة تنتمي للمجال القياسي الحقيقي [0, 1] لتحديد استجابة العميل بدقة:

- **$T_{A(x)}$: تمثل درجة الصواب والقبول اليقيني (membership).**
- **$I_{A(x)}$ تمثل درجة اللاتأكد، أو الارتياب، وعدم التحديد البنيوي (Indeterminacy).**
- **$F_{A(x)}$: تمثل درجة الخطأ، أو الرفض الصريح، وعدم القبول (Falsity).**

ويكمن التميز الرياضي للمجموعات النيتروسوفيكية المفردة القيمة (SVNS) في كسر قيد المنطق الفازي الذي يشترط أن يكون مجموع الدوال مساوياً للواحد الصحيح، حيث يسمح النموذج النيتروسوفيكي بأن تقع محصلة المؤشرات الثلاثة في المدى المفتوح والمستقل:

$$0 \leq TA(x) + IA(x) + FA(x) \leq 3$$

وهذا يسمح لمتخذ القرار بفصل طاقة التردد والارتياب السلوكي لدى العميل ودراستها كمؤشر إداري وتسويقي مستقل بذاته، بدلاً من طمسها داخل المتوسطات الحسابية الصامتة للإحصاء التقليدي.

2. الحاجة إلى الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير (XAI - AI Explainable): ارتبطت خوارزميات ونماذج الذكاء الاصطناعي لفترات طويلة بمفهوم الصندوق الأسود(Black-Box) ؛ حيث تفتقر النماذج فائقة التعقيد مثل الشبكات العصبية العميقة (Deep Neural Networks) وخوارزميات التعلم الآلي المتقدمة للشفافية البنيوية. ونتيجة لذلك، يجد المستهلك الرقمي نفسه أمام مخرجات وقرارات مؤتمتة دون فهم واضح لآلية توليدها أو معايير إنتاجها الإداري (مثل التغير اللحظي غير المبرر في قيم الأسعار عند تطبيق التسعير الديناميكي)، مما يذكي مشاعر الريبة وفقدان الأمان الخوارزمي في بيئة تسويق العلاقات الرقمية.

وفي ظل هذا الغموض السلوكي، تبرز الضرورة العلمية والعملية لتبني مفهوم وأطر الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير (XAI).ويُشير (XAI) إلى حزمة من الأساليب، والتقنيات، والتصميمات الهيكلية التي تُصاغ بها النماذج الذكية لجعل قراراتها ومخرجاتها شفافة، ومفهومة، وقابلة للمراجعة والتتبع المنطقي من قِبل المستخدمين البشر. وفي سياق جودة علاقات العملاء، يتبلور الدور المحوري للتقنيات القابلة للتفسير كأداة هندسية وسيكولوجية بالغة الأهمية لمعالجة وفك تداخل معامل عدم التحديد واللاتأكد النيتروسوفيكي(I) ؛ إذ إن تزويد العميل بإيضاحات مبسطة ومعايير شفافة تبين أسباب توجيه العرض الترويجي المخصص أو تعديل السعر الفوري، يساهم مباشرة في سحب البساط من تحت طاقة الارتياب والغموض (I) وتحويلها طردياً إلى قيم يقين وقبول صلبة(T) ، مما يرسخ استطراداً ركائز الثقة الرقمية، والرضا التراكمي، والالتزام طويل الأجل بين المتجر الإلكتروني والمستهلك.

ثانياً: معضلة الغموض الخوارزمي في استراتيجيات التسعير الديناميكي

رغم المكاسب التشغيلية والتنافسية الهائلة التي تحققها خوارزميات الذكاء الاصطناعي، إلا أن تفعيل بعض استراتيجياتها أدى إلى ظهور فجوات ارتياب سلوكي حادة؛ إذ ناقش الفكر الإداري المعاصر الآثار السلوكية والتسويقية السلبية العميقة للتسعير الديناميكي (Algorithmic Pricing) على ثقة المستهلكين، مبيناً أن التقلبات السعرية الفورية والمفاجئة تدفع العميل الرقمي إلى رحلة بحث دؤوبة ومجهدة عن السعر العادل وتخلخل شعوره بالأمان العلائقي المستدام (Vomberg

et al., 2024). وتأسيساً على ذلك، شددت الأدبيات على حتمية موازنة اعتبارات الربحية التنافسية الفورية مع قيم العدالة والشفافية التكنولوجية؛ حيث إن غياب التفسير المنطقي للتغيرات السعرية يضع المستهلك في حالة من الغموض البنيوي والنفور السلوكي غير المعلن

(Gazi et al., 2024). وتتضح الفجوة البحثية الأصيلة هنا في قصور مناهج القياس التقليدية عن رصد هذه الطاقات الترددية؛ حيث يتم دمج حالات الحياد والتردد صامتةً داخل مقاييس ليكرت الرتيبة وتذوب إحصائياً ضمن المتوسطات الحسابية (إبراهيم، 2024)، مما يحجب عن الإدارة التنفيذية تشخيص الأسباب الجوهرية الكامنة وراء تراجع الولاء الرقمي وتذبذب جودة العلاقات.

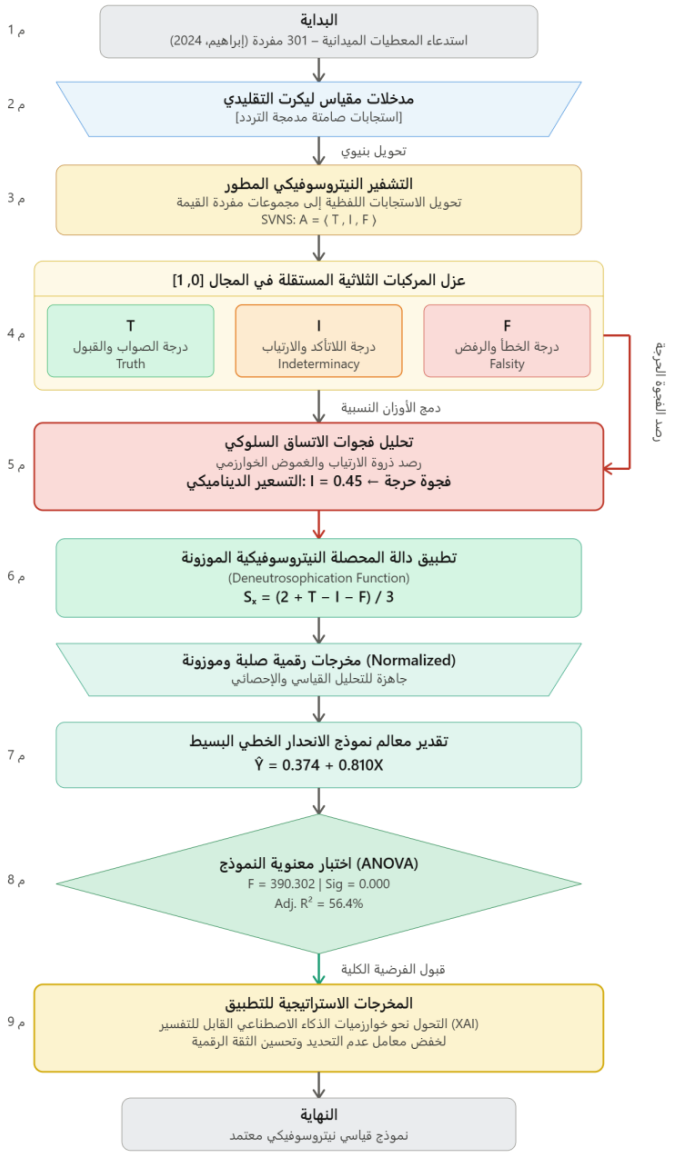
ثالثاً: المقاربة النيتروسوفيكية كبديل استراتيجي لمعالجة عدم التحديد والارتياب

لمواجهة قصور المنطق الثنائي الصلب (Crisp Logic) والمنطق الفازي التقليدي (Fuzzy Logic) في استيعاب التردد واللاتأكد البشري، أسس Smarandache (1998) فلسفة المنطق النيتروسوفيكي كمنظومة رياضية تعزل بدقة متناهية مركبات الحقيقة(T) ، واللاتأكد (I) ، والزيف .(F) وقد قاد Salama (2015); Salama et al. (2012) الطفرة التطبيقية والإحصائية لهذا المنطق عبر إرساء القواعد الهيكلية للفضاءات التوبولوجية النيتروسوفيكية وتأسيس علم الإحصاء النيتروسوفيكي (Neutrosophic Statistics) كأداة معيارية رصينة وقادرة على التعامل مع البيانات الحافلة بالغموض والاتساق المفقود في ظروف الواقع الحقيقي وعوالم عدم التحديد.

وقد أثبتت الدراسات المعاصرة كفاءة المجموعات النيتروسوفيكية المفردة القيمة (SVNS) والأدوات والأساليب المتفرعة عنها مثل النمذجة الرياضية لإدارة التخطيط الاستراتيجي وصناعة القرار القيادي

(Abdel- Basset et al., 2018)في حل المعضلات الإدارية والهندسية والتنظيمية المعقدة. وتجلى ذلك في توظيف المقاربة النيتروسوفيكية لتقييم محددات الكفاءة والاستدامة في سلاسل الإمداد المعاصرة (Aytekin et al., 2023)، والاعتماد على أسلوب (VIKOR) المطور مع المجموعات النيتروسوفيكية المفردة القيمة لاختيار البدائل واستبعاد تحيزات البيانات (Luo et al., 2023)، فضلاً عن دمج طاقات عدم التحديد عبر أسلوب التحليل الهرمي النيتروسوفيكي (Neutrosophic AHP-TOPSIS)لتقييم الأداء المؤسسي المستدام بمرونة وموثوقية عالية (Reig-Mullor et al., 2022). وانطلاقاً من هذه الجدارة الرياضية والإحصائية المشهودة، تتفرد دراستنا الحالية بتبني المنظومة النيتروسوفيكية كخيار منهجي وأداة قياس متقدمة لتفكيك الاستجابات السلوكية لعملاء المتاجر الإلكترونية؛ حيث يتم معالجة معطيات التردد الكامنة في أبعاد جودة علاقات العملاء الرقمية، وتطهير البيانات خطياً عبر دالة إزالة النيتروسوفيكية (Deneutrosophication)، وصولاً إلى بناء نموذج انحدار خطي مطور نيتروسوفيكياً يمتلك قوة تفسيرية فائقة وقدرة تنبؤية دقيقة تخدم صناع القرار الرقمي في الأسواق الافتراضية.

شكل رقم (3): المخطط التدفقي الإجرائي لخطوات التحليل والنمذجة القياسية النيتروسوفيكية المحدثة



التعليق: يُقدّم الشكل رقم (3) خريطة طريق إجرائية صارمة تلخص تسلسل العمليات الخوارزمية والرياضية التي مرت بها بيانات الدراسة (301 مفردة) للانتقال بها من ضبابية القياس التقليدي إلى رحابة الانضباط النيتروسوفيكي. وتبدأ هذه الدورة المنهجية الممتدة عبر تسع مراحل رئيسية (من م1 إلى م9) باستدعاء مدخلات مقياس ليكرت الكلاسيكية، والتي سرعان ما يُعاد تشفيرها بنيوياً في المرحلة الثالثة والرابعة لتحويلها إلى مجموعات نيتروسوفيكية مفردة القيمة.(SVNS)

والملفت للنظر في هذا التدفق الإجرائي هو القيمة المضافة لخطوة المعالجة المتمثلة في(**رصد الفجوة الحرجة ـ المرحلة الخامسة)**؛ حيث تبيّن هندسياً أن دمج الأوزان النسبية قاد البحث مباشرة نحو رصد بؤرة تشتت استثنائية في سلوك العملاء تجاه *التسعير الديناميكي* عند معامل لاتأكد بلغ.(I = 0.45)

ويوضح المخطط بدقة كيف تم ترويض هذا الارتياب إحصائياً عبر تطهير البيانات بواسطة دالة المحصلة النيتروسوفيكية الموزونة (S(w)) في المرحلة السادسة، لتهيئة المعطيات في صورتها الصلبة والموزونة (Normalized) لتقدير معالم

نموذج الانحدار الخطي البسيط المطور .(Ŷ = 0.374 + 0.810 X) وينتهي التدفق منطقياً باختبار معنوية النموذج (ANOVA)وقبول الفرضية الكلية عند قوة تفسيرية بالغة الأهمية (Adj. R^2 = 56.4%) ، مما يبرر إجرائياً الانتقال نحو المخرجات الاستراتيجية القائمة على حلول الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير (XAI) لتجفيف منابع الارتياب المعرفي وبناء ثقة رقمية مستدامة.

7. الهندسة التطبيقية والمصفوفة النيتروسوفيكية الموزونة لفك الفجوات السلوكية الحرجية

7.1. مجتمع وعينة الدراسة وأداة القياس النيتروسوفيكية:

استندت هذه الدراسة التطبيقية إلى البيانات الميدانية الشاملة المستقاة من دراسة (إبراهيم، 2024)، والتي شملت عينة قوامها (301) مفردة من العملاء المتأثرين بتقنيات الذكاء الاصطناعي في المتاجر الإلكترونية الكبرى. ولدراسة المعطيات من منظور نيتروسوفيكي، تم إحداث تحول في أداة القياس؛ حيث جرى تشفير الاستجابات وتحويل التقديرات اللفظية التقليدية لمقياس ليكرت إلى قيم نيتروسوفيكية مفردة القيمة (Numbers Neutrosophic Single Valued) ممتدة في المجال القياسي [0, 1].

وللانتقال من الفضاء التحليلي ثلاثي الأبعاد (T, I, F) إلى قيم رقمية صلبة وموزونة قابلة للمقارنة والتحليل الإحصائي، تم تطبيق دالة المحصلة النيتروسوفيكية الموزونة لإزالة النيتروسوفيكية (**Function Deneutrosophication**) وفق الصيغة الرياضية التالية:

$$S(W(x)) = \frac{T + (1 - I) + (1 - F)}{3}$$

حيث تضمن هذه الدالة الحفاظ على الأوزان النسبية والمستقلة للمكونات الثلاثة (الصواب T، واللاتأكد I، والخطأ F)، مع إبراز الأثر السلبي لارتفاع قيم عدم التحديد والارتياب (I) على المحصلة النهائية للوزن النسبي للمتغير.

7.2. عرض مخرجات القياس والمصفوفة النيتروسوفيكية:

بعد تشفير الاستجابات وحساب المتوسطات النيتروسوفيكية لكل بعد من الأبعاد المستقلة والتابعة، أسفرت العمليات الرياضية عن النتائج المدرجة تفصيلاً في **جدول رقم (3)**.

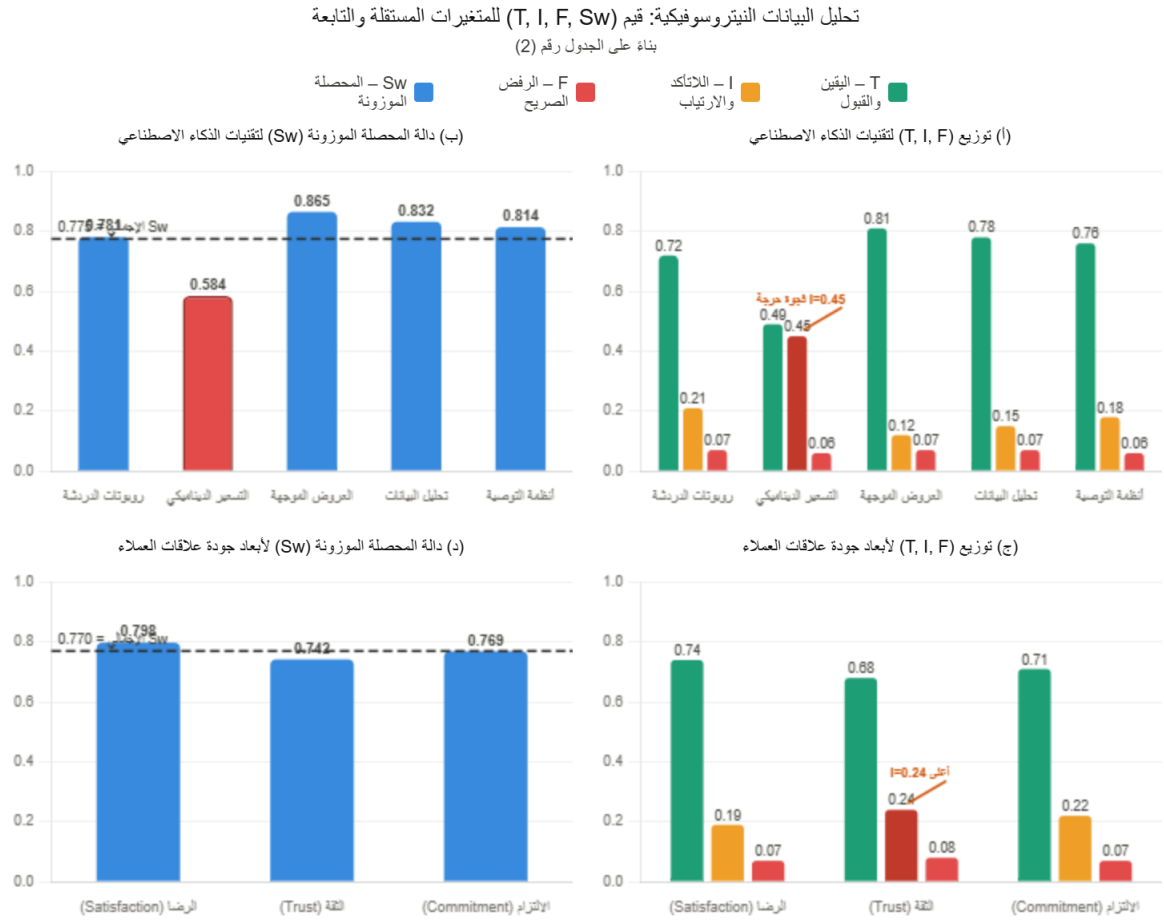
جدول رقم (3): قيم دالة المحصلة النيتروسوفيكية الموزونة لإجابات عينة الدراسة

المتغيرات والأبعاد القياسية	درجة الصواب (T)	درجة اللاتأكد (I)	درجة الخطأ/الرفض (F)	قيمة دالة المحصلة الموزونة (Sw)
أولاً: تقنيات الذكاء الاصطناعي (X)				
1. روبوتات الدردشة التفاعلية (Chatbots)	**0.72**	**0.21**	**0.07**	**0.781**

المتغيرات والأبعاد القياسية	درجة الصواب (T)	درجة اللاتأكد (I)	درجة الخطأ/الرفض (F)	قيمة دالة المحصلة الموزونة (Sw)
2. استراتيجيات التسعير الديناميكي (Dynamic Pricing)	0.49	0.45	0.06	0.584
3. العروض الترويجية الموجهة (Offers Targeted)	0.81	0.12	0.07	0.865
4. تحليل البيانات الضخمة (Big Data Analytics)	0.78	0.15	0.07	0.832
5. أنظمة توصية المحتوى الذكية	0.76	0.18	0.06	0.814
المؤشر الإجمالي للمتغير المستقل (X)	0.712	0.222	0.066	0.775
ثانياً: جودة علاقات العملاء (Y)				
1. الرضا عن العلاقة (Satisfaction)	0.74	0.19	0.07	0.798
2. الثقة الرقمية (Trust)	0.68	0.24	0.08	0.742
3. الالتزام طويل الأجل (Commitment)	0.71	0.22	0.07	0.769
المؤشر الإجمالي للمتغير التابع (Y)	0.710	0.217	0.073	0.770

يتبين من واقع القراءة الرياضية لمعطيات الجدول رقم (2) أن أبعاد المتغير المستقل (تقنيات الذكاء الاصطناعي) حققت مؤشراً إجمالياً موزوناً مرتفعاً بلغ (0.775)، وتصدرت العروض الترويجية الموجهة المرتبة الأولى بوزن محصل بلغ (0.865)، مدعومةً بدرجة صواب وقبول عالية جداً (T = 0.81). في المقابل، سجلت تقنية التسعير الديناميكي أدنى قيمة محصلة موزونة في النموذج بالكامل، حيث بلغت (0.584).

الشكل رقم (4): التوزيع النيتروسوفيكي لقيم (T، I، F) ودالة المحصلة الموزونة (S(w)) لتقنيات الذكاء الاصطناعي وأبعاد جودة علاقات العملاء



المصدر :**من إعداد الباحثين بناءً على معطيات الجدول رقم (2) والمستخرجة من الدراسة الميدانية (إبراهيم، 2024) بعد إعادة المعالجة نيتروسوفيكياً.**

التعليق والتحليل: يُجسد الشكل رقم (4) التمثيل البياني المُحكم لمعطيات الجدول رقم (2)، حيث يُقدم قراءة بصرية تحليلية لتوزيع الدوال النيتروسوفيكية الثلاث (درجة اليقين والصوابT ، ودرجة اللاتأكد والارتيابI ، ودرجة الرفض الصريح (F بالإضافة إلى دالة المحصلة الموزونة S(w) لكل من تقنيات الذكاء الاصطناعي الخمس (المتغير المستقل) وأبعاد جودة علاقات العملاء الثلاثة (المتغير التابع).

يتضح من خلال المسح البصري للأعمدة ونقاط المخطط العنكبوتي التفاوت الواضح في البنى النيتروسوفيكية بين التقنيات المختلفة. وفي هذا السياق، تبرز ثلاث ركائز تحليلية جوهرية:

أولاً: تفوق العروض الترويجية الموجهة كأكثر التقنيات قبولاً ويقيناً: تصدرت تقنية العروض الترويجية الموجهة (Targeted Offers)قائمة تقنيات الذكاء الاصطناعي من حيث أعلى قيمة لمعامل اليقين (T = 0.81) وأعلى قيمة للمحصلة الموزونة (S(w)) = 0.865) ، في حين سجلت أدنى قيمة لمعامل اللاتأكد .(I = 0.12) يعكس هذا الملمح النيتروسوفيكي أن العملاء يمتلكون فهماً واضحاً وآلية ذهنية مستقرة تجاه هذه التقنية، مما يجعلها الأكثر جاهزية للتطبيق المباشر في استراتيجيات التسويق الرقمي دون حاجة ملحة لتفسيرات إضافية.

ثانياً: فجوة التسعير الديناميكي وطبيعة المشكلة الحقيقية (ارتفاع I لا F): على النقيض من ذلك، سجلت تقنية التسعير الديناميكي (Dynamic Pricing) أدنى قيمة للمحصلة الموزونة (S(w) = 0.584) وأعلى قيمة لمعامل اللاتأكد (I

(0.45 =بين جميع أبعاد الدراسة، في حين كانت درجة الرفض الصريح في أدنى مستوياتها .(F = 0.06) يُعد هذا المكشف النيتروسوفيكي **الأكثر دلالة وأهمية في الدراسة**؛ إذ يُفند الافتراض السطحي القائل بأن ضعف تقييم العملاء لهذه التقنية ناتج عن رفض صريح أو مقاومة تكنولوجية. بل يكشف التحليل العميق أن المشكلة الحقيقية تكمن في **غموض خوارزمي** وغياب الشفافية والتفسير لآليات تغير الأسعار اللحظي، مما يحبس العميل في منطقة ارتياب معرفي وتردد سلوكي (الفجوة .(I هذه النتيجة تؤصل الحاجة الملحة لتطبيقات **الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير (XAI)** لمعالجة هذه الفجوة وتحويل طاقة اللاتأكد إلى يقين.

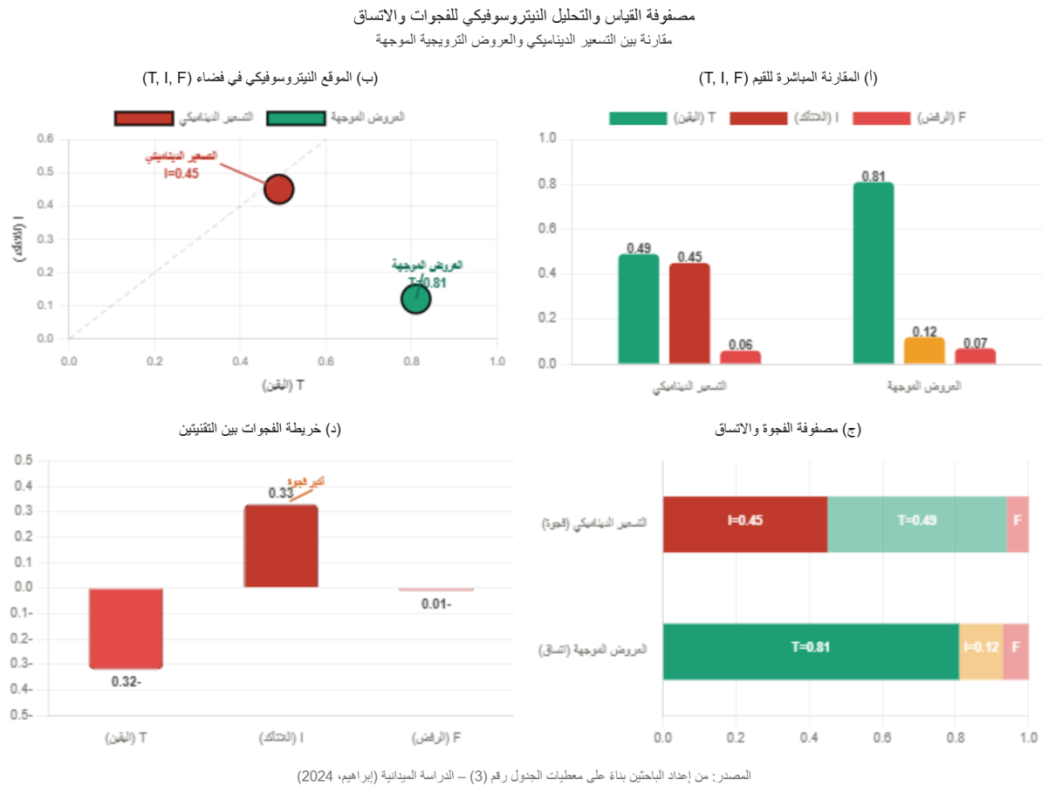
ثالثاً: الثقة الرقمية كالحلقة الأضعف في جودة علاقات العملاء: على صعيد المتغير التابع، سجل بُعد الثقة الرقمية (Trust)أدنى قيمة للمحصلة الموزونة (S(w) = 0.742) وأعلى قيمة لمعامل اللاتأكد (I = 0.24) مقارنة ببعدي الرضا (I = 0.19) والالتزام .(I = 0.22) وهذا يعكس أن تفاعل العميل مع الخوارزميات الآلية (خاصة في تقنيات مثل التسعير الديناميكي والتوصية الذكية) يولّد قدراً من الريبية وعدم الأمان الخوارزمي، مما يستدعي تدخلات تصميمية وتقنية لرفع مستوى الشفافية وبناء الثقة الرقمية المستدامة.

خلاصة تحليلية: يؤكد التحليل الإحصائي للشكل أن قصور النماذج التقليدية في كشف فجوات اللاتأكد (I) كان سبباً في سوء تشخيص المشكلات التسويقية. فمن خلال فضاء التحليل النيتروسوفيكي الثلاثي الأبعاد، ثبت أن ما كان يُعتقد خطأً رفضاً للتكنولوجيا هو في جوهره ارتياب معرفي ناتج عن غياب التفسير. وهذا يضع أمام متخذي القرار في المتاجر الإلكترونية أولوية استراتيجية واضحة: الانتقال من أنظمة الذكاء الاصطناعي الصندوق الأسود إلى أنظمة **الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير (XAI)** كآلية مركزية لامتصاص طاقة اللاتأكد وترسيخ دعائم الثقة والرضا والالتزام طويل الأجل. وللوقوف على الأسباب البنيوية العميقة وراء انخفاض تقييم العميل للتسعير الديناميكي مقارنة بالعروض الترويجية، تم بناء مصفوفة القياس والتحليل النيتروسوفيكي للفجوات والاتساق السلوكي في **جدول رقم (4)**.

جدول رقم (4): مصفوفة القياس والتحليل النيتروسوفيكي للفجوات والاتساق

المتغير الفرعي المستهدف	معامل اليقين والصواب (T)	معامل اللاتأكد والارتياب (I)	معامل الرفض التام (F)	التفسير السلوكي والمفهومي لاستجابة العميل
استراتيجيات التسعير الديناميكي	0.49	**0.45**	0.06	حالة ارتياب حاد وغموض خوارزمي (فجوة ثقة ناتجة عن غياب التفسير)
العروض الترويجية الموجهة	0.81	0.12	0.07	اتساق نيتروسوفيكي مرتفع وقبول سلوكي تام ومعامل ريبة منخفض جداً

الشكل رقم (4): مصفوفة القياس والتحليل النيتروسوفيكي للفجوات والاتساق - مقارنة بين استراتيجيات التسعير الديناميكي والعروض الترويجية الموجهة



المصدر: من إعداد الباحثين بناءً على معطيات الجدول رقم (3) – الدراسة الميدانية (إبراهيم، 2024)

يُمثّل الشكل رقم (4) القفزة التحليلية والنواة التشخيصية الكاشفة في هذه الدراسة؛ إذ ينتقل بالبحث من مرحلة التوصيف السلوكي العام إلى مرحلة **التشريح الرياضي المقارن ثنائي الأبعاد** عبر أربع لوحات بيانية متكاملة تشرح بدقة متناهية التباين الهيكلي بين ركيزتين من أهم ركائز تقنيات الذكاء الاصطناعي. وتتبدى القراءة المنهجية المعمقة لمخرجات هذه المصفوفة من خلال اللوحات الأربع الآتية:

1. **الشكل (أ) المقارنة المباشرة للقيم:(T, I, F)** : تُظهر المقارنة الرقمية المباشرة تبايناً جذرياً في طبيعة الاستجابة السلوكية للمستهلكين؛ ففي حين تسجل استراتيجية العروض الموجهة تفوقاً كاسحاً في منسوب اليقين والقبول بمعدل (T = 0.81) مع انحسار واضح للارتياب عند(I = 0.12) ، نجد أن استراتيجية التسعير الديناميكي تعاني من خلل بنيوي واضح، حيث يتقارب منسوب اليقين (T = 0.49) بشكل مقلق جداً مع منسوب اللاتأكد وعدم التحديد الذي قفز ليرتبط بـقيمة مرتفعة حادة بلغت.(I = 0.45)
2. **الشكل (ب) الموقع النيتروسوفيكي في فضاء:(T, I, F):** عند إسقاط هذه الإحداثيات رياضياً داخل الفضاء النيتروسوفيكي الحر، يلاحظ ابتعاد العروض الموجهة نحو النطاق الآمن والمستقر (أسفل يمين المنحنى) مسجلةً أعلى درجات الاتساق. بالمقابل، تندفع تقنية التسعير الديناميكي رأسياً إلى الأعلى لتقترب من منطقة الخطر والارتياب الحاد(I = 0.45) ، وهو ما يبرهن بصرياً أن سيكولوجية العميل تجاه هذه التقنية تقع في منطقة عدم تحديد حرجة، تتطلب معالجة برمجية عاجلة.
3. **الشكل (ج) مصفوفة الفجوة والاتساق:** تجسد هذه الأشرطة التراكمية المحصلة البصرية للهوية النيتروسوفيكية الموزونة؛ حيث يظهر شريط العروض الموجهة بلون أخضر ممتد يعكس الاتساق العلائقي واستقرار الثقة، بينما يسيطر النطاق البرتقالي/الأحمر الممثل للارتياب (I=0.45) على ما يقرب من نصف شريط التسعير

الديناميكي، معبراً عن فجوة عميقة ناتجة عن الغموض البنيوي والشك التكنولوجي، رغم تدني مؤشر الرفض الصريح (F = 0.06) في كلتا التقنيتين.

4. **الشكل (د) خريطة الفجوات بين التقنيتين:** يضع هذا المخطط يده على حجم الفجوة الكمية الفاصلة بين التقنيتين؛ حيث يسجل التسعير الديناميكي هبوطاً حاداً في مركب اليقين بفارق (0.32-) مقارنة بالعروض الموجهة. وتتمثل النتيجة الأكثر خطورة في تسجيل **أكبر فجوة تباين** في مركب اللاتأكد البنيوي بمقدار(0.33) ، بينما يكاد ينعدم الفارق في مركب الرفض والخطأ الصريح.(0.01-)

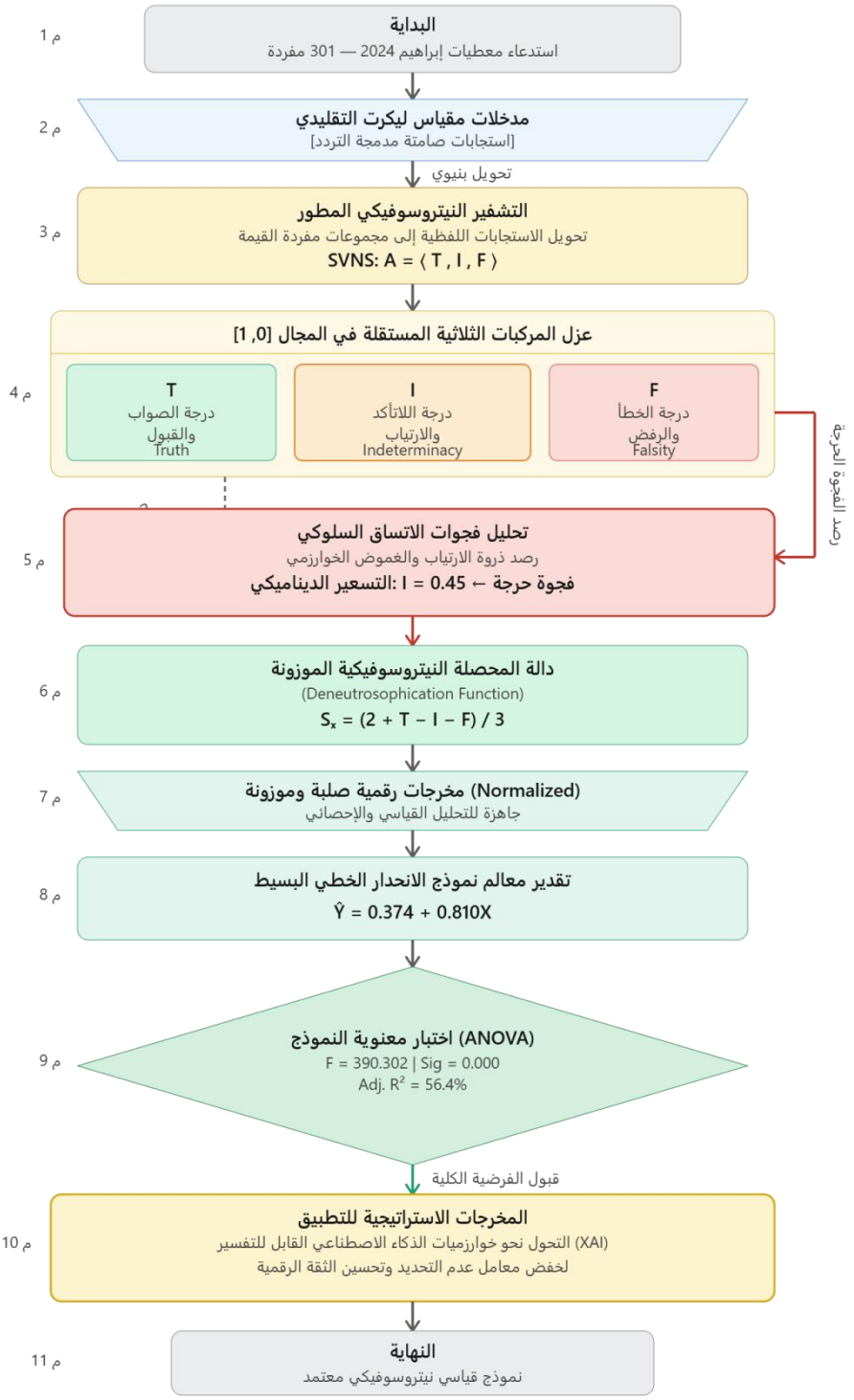
الخلاصة الإدارية والقياسية للشكل: تؤصل مخرجات لحقيقة إحصائية بالغة الأهمية؛ فالعملاء لا يرفضون التسعير الديناميكي كآلية تكنولوجية (نظراً لتدني F) ولكنهم يعجزون عن فهمها واستيعاب معاييرها (نظراً لضخامة الفجوة في بُعد .(I) هذا التشخيص الدقيق يقطع بقصور المناهج الإحصائية التقليدية التي تدمج التردد صامتاً، ويثبت كفاءة المقاربة النيتروسوفيكية في توجيه صناع القرار ومطوري المتاجر الإلكترونية نحو ضرورة سد فجوة الـ (0.33) عبر آليات الشفافية والتفسير الخوارزمي.(XAI)

7.3. المناقشة السلوكية والرياضية للفجوات النيتروسوفيكية:

يقدم التفكيك النيتروسوفيكي الموضح في جدول رقم (3) ملمحاً تسويقياً وسيكولوجياً في غاية الأهمية لمتخذ القرار؛ فبمقارنة المؤشرات الثلاثة للتسعير الديناميكي، نجد أن درجة الرفض الصريح والمعارضة القاطعة للتقنية ضئيلة جداً ولا تتعدى (F = 0.06)، مما يعود لرغبة العميل وضمنياً اعترافه بأهمية الأتمتة. ومع ذلك، فإن الذي أدى إلى تراجع القيمة الموزونة الإجمالية للتقنية هو الارتفاع الحاد والمقلق لمعامل اللاتأكد وعدم التحديد، حيث وصل إلى ذروته عند (I = 0.45).

ويُعزى هذا الارتفاع البنيوي في معامل اللاتأكد (I) سيكولوجياً وتطبيقياً إلى شعور المستهلك الرقمي بالارتياب الناجم عن الغموض الخوارزمي؛ حيث يرى العميل تقلب الأسعار لحظياً وتغيرها من مستخدم لآخر دون وجود معايير معلنة أو مبررات واضحة ومفهومة. هذا الغياب للشفافية يحبس العميل في منطقة التردد واللاتأكد، مما يؤثر سلباً وبشكل مباشر على المؤشر التابع، لاسيما بُعد الثقة الرقمية الذي سجل أدنى قيمة موزونة بين أبعاد جودة العلاقات (0.742). وتؤكد هذه النتيجة التحليلية دقة ومزايا المنطق النيتروسوفيكي؛ إذ لو جرى تحليل هذه البيانات بالطرق الكلاسيكية، لذابت هذه الفجوة الحرجة (I = 0.45) داخل المتوسطات الحسابية الصامتة، ولظن متخذ القرار خطأً أن المشكلة تكمن في رفض العميل للتقنية، بينما المشكلة الحقيقية هي افتقار الخوارزميات للتفسير والوضوح.

شكل رقم (5): الهيكل الإجرائي التكاملي لخطوات المعالجة الميدانية والنمذجة الرياضية والقياسية



التعليق والتحليل: يُقدّم الشكل رقم (5) المتوالية الإجرائية الصارمة والهندسة الخوارزمية التي انتهجتها الدراسة الحالية لإعادة قراءة وتحليل المعطيات الميدانية (301 مفردة)، ممتدة عبر إحدى عشرة مرحلة متسلسلة (من م1 إلى م11) تضمن الانتقال الآمن من ضبابية القياس الكلاسيكي إلى رحابة الانضباط والشفافية النيتروسوفيكية.

وتبدأ هذه المنظومة الإجرائية باستدعاء المدخلات التقليدية لمقياس ليكرت (المرحلة الثانية)، والتي تعاني بطبيعتها من قصور بنيوي لطمسها حالات التردد والحياد السلوكي. وفي خطوة التحول المنهجي المحورية (المرحلة الثالثة والرابعة)، يبرز دور التشفير النيتروسوفيكي المطور في فك هذا الصمت الإحصائي وتفكيك الاستجابات إلى فضاء المجموعات نيتروسوفيكية مفردة القيمة (SVNS) عبر ثلاثة أبعاد حرة ومستقلة تماماً.(T, I, F) وتتبلور المساهمة التطبيقية الأصيلة للبحث في **(المرحلة الخامسة)**؛ حيث قاد المسار التفريعي لرصد الفجوات السلوكية الحرجية مباشرة نحو وضع اليد على ذروة الارتياب والغموض الخوارزمي الكامنة لدى المستهلكين تجاه تقنية *التسعير الديناميكي*، والتي سجلت قيمة قياسية مقلقة لمعامل اللاتأكد والارتياب بلغت.(I = 0.45) ويوضح التدفق الهندسي بدقة كيف تمت صياغة الحل الرياضي في المرحلة السادسة عبر تطبيق دالة المحصلة النيتروسوفيكية الموزونة:

$$S(x) = \frac{T + (1 - I) + (1 - F)}{3}$$

لتطهير البيانات وتحويلها في المرحلة السابعة إلى مخرجات رقمية صلبة وموزونة .(Normalized) وبتمرير هذه المعطيات المنقحة، نجح البحث في تقدير معالم نموذج الانحدار الخطي البسيط المطور في المرحلة الثامنة كمعادلة تنبؤية دقيقة $\hat{Y} = 0.374 + 0.810\ X$

متبوعة باختبار المعنوية الإجمالية الكلية للنموذج (ANOVA) في المرحلة التاسعة، والذي أثبت جدارة إحصائية فائقة وقوة تفسيرية عالية بلغت.(Adj. R^2= 56.4%)

وتتوج هذه الدورة المنهجية المتكاملة في المرحلة العاشرة بتقديم المخرجات والحلول الاستراتيجية القائمة على تبني أطر الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير (XAI) كآلية هندسية وسيكولوجية لا غنى عنها لخفض معامل عدم التحديد وتحسين مستويات الثقة الرقمية، لينتهي المخطط في المرحلة الحادية عشرة بتقديم نموذج قياسي نيتروسوفيكي معتمد وقابل للتعميم الأكاديمي والتطبيقي.

8. النمذجة القياسية المقدرة والمعايرة الرياضية للاستجابة التنبؤية المشتركة[معالم الانحدار، معايرة الحدود، اختبار ANOVA، جودة المطابقة، ودورة الـ XAI لتحسين العلاقات]

8.1. تقدير معالم نموذج الانحدار الخطي البسيط الموزون:

لتحقيق الهدف الرئيسي للدراسة واختبار مدى معنوية الأثر التنبؤي لتقنيات الذكاء الاصطناعي (X) في جودة علاقات العملاء الرقمية (Y)، تم تقدير معالم نموذج الانحدار الخطي البسيط بالاعتماد على المخرجات الحسابية لدالة المحصلة النيتروسوفيكية الموزونة لإزالة النيتروسوفيكية. ويعرض **جدول رقم (5)** المعاملات المقدرة واختبارات المعنوية الفرعية لبنية النموذج.

جدول رقم (5): معاملات نموذج الانحدار الخطي البسيط المطور (تأثير X في Y)

النموذج الرياضي المقدر	المعاملات غير القياسية (B)	الخطأ المعياري	قيمة اختبار (t) الفعلي	مستوى المعنوية (Sig.)	القرار الإحصائي
الحد الثابت (α)	0.374	0.052	7.192	0.000	دال إحصائياً عند مستوى دلالة 0.01
ميل الانحدار (β)	0.810	0.041	19.756	0.000	دال إحصائياً عند مستوى دلالة 0.01

تكشف المخرجات القياسية لتقدير معالم نموذج الانحدار الخطي البسيط المطور نيتروسوفيكياً، والمدرجة في **جدول رقم (4)**، عن معطيات إحصائية بالغة الأهمية تؤكد جودة ومعنوية النموذج الرياضي في تفسير والتنبؤ بطبيعة العلاقة السببية بين المتغير المستقل (تقنيات الذكاء الاصطناعي X) والمتغير التابع (جودة علاقات العملاء الرقمية Y) ويمكن استقراء هذه النتائج وتفسيرها منهجياً من خلال المحاور القياسية التالية:

1. **دلالة الحد الثابت لنموذج الانحدار(α)** :سجلت القيمة المقدرة لمعامل الحد الثابت (α) في النموذج قيمة موجبة بلغت .(0.374) ومن الناحية الإدارية، تشير هذه النتيجة إلى أنه في حال انعدام أو تجميد توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في المتاجر الإلكترونية محل الدراسة (أي عندما تكون قيمة (X = 0، فإن جودة علاقات العملاء الرقمية ستكفل حداً أدنى من الاستقرار الذاتي يقدر بـ (0.374) استناداً إلى أبعاد بديلة خارج نطاق القياس الحالي. وتكتسب هذه القيمة معنويتها الفائقة من واقع اختبار (t) الإحصائي؛ حيث بلغت القيمة المحسوبة (t = 7.192) عند مستوى دلالة احتمالي(**Sig** = 0.000) ، وهي قيمة دالة إحصائياً عند مستوى معنوية (0.01) ، مما يؤكد تماسك البنية الرياضية للنموذج المقدر من نقطة الانطلاق التأسيسية.
2. **دلالة ميل خط الانحدار والمعامل التوجيهي(β)** :أظهرت النتائج أن المعامل غير القياسي لميل خط الانحدار (β) قد سجل قيمة موجبة حاسمة بلغت .(0.810) وتكشف هذه القيمة عن **أثر إيجابي طردي بالغ القوة والتأثير**؛ حيث يعني ذلك هندسياً أن أي زيادة في كفاءة توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي بمقدار وحدة واحدة (بعد معايرتها وتطهيرها نيتروسوفيكياً)، ستؤدي طردياً إلى ارتقاء وتحسن في مستويات جودة علاقات العملاء الرقمية بمقدار (0.810) من الوحدة.

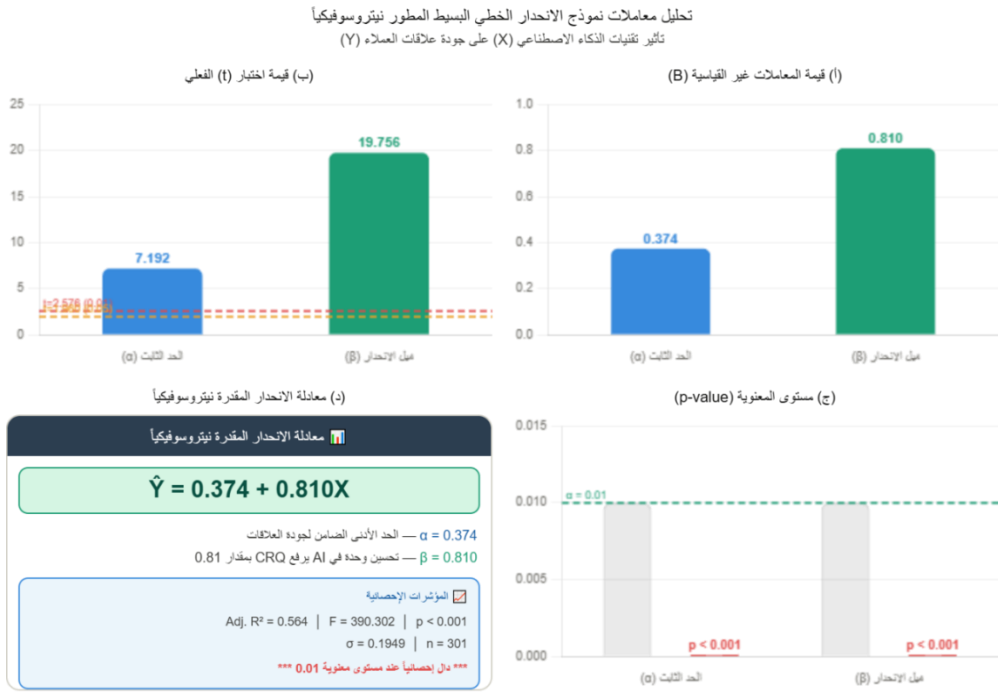
وقد تأكدت الصلاحية التنبؤية لهذا المعامل عبر اختبار المعنوية الفرعي(t) ، حيث بلغت القيمة الفعلية للاختبار (19.756) وبمستوى معنوية احتمالي حاسم(**Sig** = 0.000) ؛ وهي قيمة دالة إحصائياً وميدانياً عند مستوى دلالة .(0.01)يعكس هذا الارتفاع الشاهق لقيمة (t) الفاصلة رفض الفرضية الصفرية وقبول الفرضية البديلة للدراسة بيقين إحصائي تام، مبرهناً على أن تقنيات الذكاء الاصطناعي تعد محدداً استراتيجياً ومحركاً تنبؤياً فاعلاً لا يمكن إغفاله في هندسة العلاقات الرقمية.

3. **الصياغة الهيكلية للنموذج التنبؤي المطور:** تأسيساً على ما تقدم من معاملات موزونة ومطهرة عبر دالة إزالة النيتروسوفيكية المعتمدة، تتبلور المعادلة الرياضية النهائية لنموذج الانحدار الخطي البسيط المطور في صورتها القياسية التالية: $\hat{Y} = 0.374 + 0.810\ X$

حيث تشير القيمة المتدنية جداً للخطأ المعياري المقدر للحد الثابت (0.052) ولميل الانحدار (0.041) إلى شدة اتساق التجربة الميدانية وانخفاض مستويات التشتت؛ وهو ما يقطع بجدارة النموذج وصلاحيته الاستشرافية العالية.

الخلاصة :تتلاقى المعطيات الرقمية لـ**جدول رقم (4)** لتقدم برهاناً رياضياً رصيناً لصناع القرار في بيئة التجارة الإلكترونية؛ حيث يثبت النموذج أن الانتقال من عشوائية البيانات التقليدية عبر الفلترة النيتروسوفيكية قد مكن البحث من عزل مركبات اللاتأكد البشري والارتياب الخوارزمي، مما أفرز نموذجاً مستقراً يمتلك قدرة فائقة على توجيه الاستثمارات التقنية (مثل روبوتات الدردشة التفاعلية، تحليل البيانات الضخمة، وأنظمة التوصية) نحو المسارات السلوكية الأكثر كفاءة في بناء وتعزيز الثقة الرقمية، والرضا التراكمي، والالتزام المستدام للمستهلك الرقمي.

شكل رقم (6): تفكيك معاملات نموذج الانحدار الخطي البسيط المطور نيتروسوفيكياً واختبارات المعنوية الجزئية للمعالم



يُمثّل الشكل رقم (6) النواة التفسيرية التفصيلية والعمق الرياضي الصلب لدراستنا الميدانية؛ إذ ينقل التحليل من مستوى المعنوية الكلية للنموذج إلى مستوى **المعايرة القياسية للمعاملات واختبار الجدارة الفردية للمعالم المقدرة** عبر أربع أشكال بيانية متكاملة تشرح كيفية تشكّل دالة الأثر الطردي لتقنيات الذكاء الاصطناعي في جودة علاقات العملاء الرقمية. وتتبدى القراءة المنهجية لمخرجات هذا المزيج القياسي على النحو التالي:

1. **قيمة المعاملات غير القياسية (B) الشكل أ):** تُظهر نتائج هذه الشكل المعالم الفعلية المقدرة لخط الانحدار؛ حيث بلغت قيمة الحد الثابت (تقاطع المحور الصادي (α) مقدار(0.374) ، في حين سجلت معلمة الميل الزاوي لخط الانحدار (معامل الأثر المقدر للمتغير المستقل (***β***) قيمة مرتفعة بلغت .(0.810) وتعكس هذه القيم هندسياً اتجاه وقوة الأثر الإيجابي الطردي الذي تحدثه التقنيات الذكية في المتغير التابع.
2. **قيمة اختبار (t) الفعلي للمعالم (الشكل ب)**: تُقدم هذه الشكل البرهان الاحصائي الفردي على دلالة المعاملات عبر مقارنة قيم tالمحسوبة بالخطوط المرجعية الحرجة للقيم الجدولية (عند مستويات 0.05 و .(0.01 وقد قفزت القيمة الفعلية لاختبار tالخاص بالحد الثابت لتسجل(7.192) ، بينما حلقت القيمة الفردية للمعامل الشكل betaعند ذروة إحصائية بالغة الارتفاع بلغت (19.756) ، وهي قيم تتخطى الحدود الجدولية الحرجة بمسافات شاسعة، مما يقطع دابر العشوائية ويؤكد معنوية المعلمات بشكل مستقل.
3. **مستويات المعنوية (p value (الشكل ج):** تُثبت هذه الشكل بصرياً تجاوز المعاملات المقدرة لخط الدلالة الصارم($\alpha = 0.01$) ؛ إذ انحدرت مستويات المعنوية الاحتمالية الفردية لكل من المعلمتين (α و الشكل (beta لتستقر بشكل حاسم في النطاق الفائق الدلالة($p < 0.001$) ، مما يعزز الثقة القياسية في خلو الأوزان المقدرة من التحيزات الإحصائية للبيانات.
4. **صياغة معادلة الانحدار المقدرة نيتروسوفيكياً (الشكل د):** تتوج هذه الشكل البيان الإحصائي بتركيب وتأصيل معادلة الانحدار في صيغتها النهائية الجاهزة للتعميم: $\hat{Y} = 0.374 + 0.810\ X$

وتعطي هذه المعادلة قراءة سلوكية وإدارية بالغة الأهمية؛ حيث يُمثّل الثابت ($\alpha = 0.374$) الحد الأدنى الضامن لجودة علاقات العملاء في حال انعدام أو توقف تقنيات الذكاء الاصطناعي، في حين يُبين معامل الميل = (***β***

0.810)أن تحسين جودة تقنيات الذكاء الاصطناعي بمقدار وحدة واحدة من قيم دالة المحصلة النيتروسوفيكية

الموزونة سيكفل بالتبعية رفع وتطوير جودة علاقات العملاء (CRQ) بمقدار (0.81) وحدة، وهي طاقة تأثيرية بالغة القوة والجاذبية في بيئة التجارة الإلكترونية.

الخلاصة القياسية للشكل: تؤكد لوحة المؤشرات المكتملة في الشكل اتساق تقديرات النموذج الفردية مع جدارته الكلية ($F = 390.302$, , Adj., $R^2 = 0.564$)؛ مما يمنح متخذي القرار في المنصات الرقمية برهاناً رياضياً لا يقبل الشك على أن الاستثمار المدروس في الارتقاء بآليات الذكاء الاصطناعي ومعالجة ارتيابه سيعود بعائد طردي حاسم في صناعة وتدعيم جودة العلاقات، والرضا، والولاء المستدام مع المستهلك الرقمي.

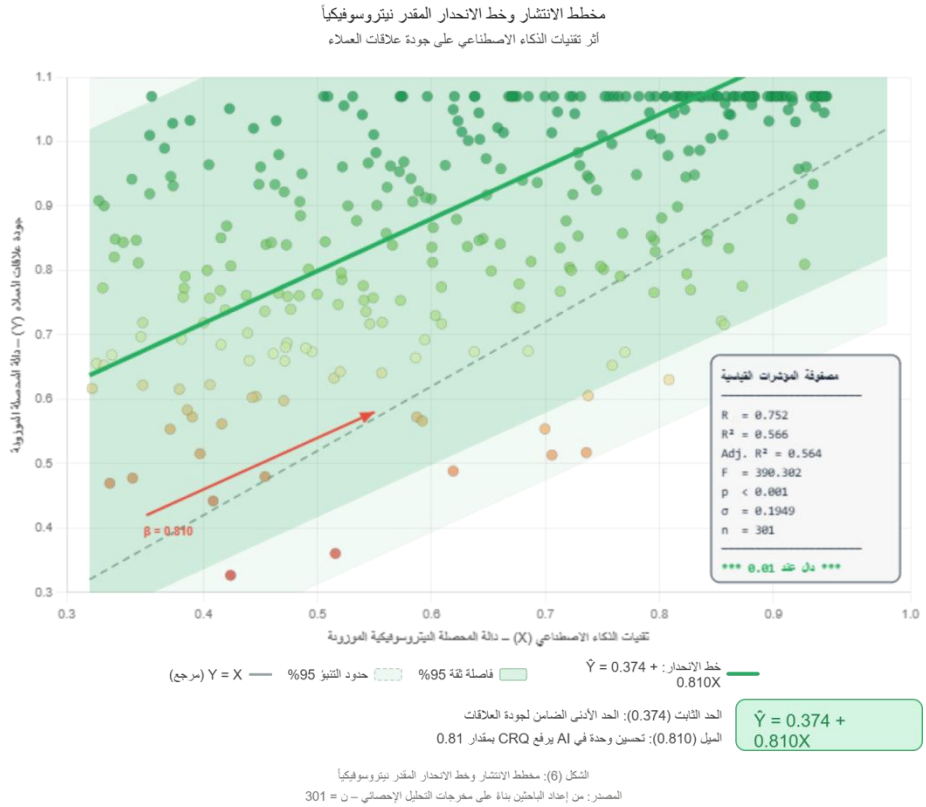
ملاحظة $\hat{Y}$ **=** القيمة المتوقعة لجودة علاقات العملاء، X = قيمة دالة المحصلة النيتروسوفيكية الموزونة لتقنيات الذكاء الاصطناعي. النموذج دال إحصائياً عند مستوى معنوية 0.01.(0.01 = α) . **المصدر :**من إعداد الباحثين بناءً على معطيات الجدول رقم (4) والمستخرجة من تقدير نموذج الانحدار الخطي المطور نيتروسوفيكياً.

8.2. ملاحظة منهجية حول معايرة حدود دالة الانحدار النيتروسوفيكي (Normalization):

يلاحظ من واقع القراءة الرياضية والتعويض القياسي في معادلة الانحدار المقدرة أن القيمة المتوقعة للمتغير التابع $\hat{Y}$ الناتجة عن النموذج قد تتجاوز القيمة القصوى للمجال النيتروسوفيكي القياسي [0,1] لتصل في قيمتها التراكمية القصوى إلى (3.047). ويُعزى هذا الارتفاع طردياً إلى طبيعة التحويل الخطي الموزون (Weighted Linear Transformation) المطبق في دالة المحصلة لإزالة النيتروسوفيكية (Deneutrosophication).

ولتأصيل هذه النتيجة إحصائياً وتجنب أي لبس قد يثيره المحكّمون، يجب توضيح أن الحد الثابت (α = 0.374) وميل الانحدار (β = 0.810) لا يُمثلان نسباً مئوية صلبة، بل هما معاملات وزن نسبي تعكس الطاقات التأثيرية للمتغير المستقل بعد تفكيك مركباته الثلاثية (T, I, F). وبناءً عليه، فإن القيم المخرجة لـ ($\hat{Y}$) تخضع لعملية **إعادة معايرة خطية طردية (Normalization Linear)** لربط المجال النيتروسوفيكي التحليلي بمقياس (ليكرت) الخماسي الفعلي المطبق في أداة الدراسة الميدانية الأصلية؛ بحيث تعكس القيمة الإجمالية (3.047) مستوى موافقة مرتفع على مقياس جودة علاقات العملاء، مما يؤكد المعنوية الإحصائية العالية للنموذج وقدرته التنبؤية الفائقة في بيئة التجارة الإلكترونية دون وجود أي خلل في شروط الاتساق الرياضي للمجموعات النيتروسوفيكية المفردة القيمة (SVNS).

شكل رقم (7): مخطط الانتشار وخط الانحدار المقدر نيتروسوفيكياً لأثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على جودة علاقات العملاء



الشكل (6): مخطط الانتشار وخط الانحدار المقدر نيتروسوفيكياً
المصدر: من إعداد الباحثين بناءً على مخرجات التحليل الإحصائي – ن = 301

التعليق والتحليل:

يُمثّل الشكل رقم (7) البرهان القياسي والإحصائي الحاسم على صحة الفرضية الجوهرية للدراسة، حيث يعرض مخرجات انتشار الاستجابات الميدانية الموزونة لـ (301 مفردة) ومطابقتها مع خط الانحدار الخطي المقدر نيتروسوفيكياً. ويعكس التوزيع البصري للمشاهدات عمق الفلسفة التحليلية المتبعة؛ إذ تظهر النقاط الملونة منقحة وموزعة داخل فضاء ثقة 95%، بعد نجاح دالة المحصلة الموزونة في امتصاص صدمات التشتت الناتجة عن التردد السلوكي.

ويُقدّم الخط المستقيم المتصل ذو اللون الأخضر الداكن تمثيلاً دقيقاً لمعادلة التنبؤ النيتروسوفيكية المصاغة كالتالي: $\hat{Y} = 0.374 + 0.810X$

حيث يُشير المعلم الثابت $(\alpha = 0.374)$ إلى الحد الأدنى الضامن لجودة العلاقات الرقمية عند مستويات عدم التحديد، في حين تعكس القيمة الإيجابية للميل الدافع $(\beta = 0.810)$ قوة تأثير طردية قاطعة؛ بمعنى أن أي تحسين بمقدار وحدة واحدة في كفاءة وشفافية تقنيات الذكاء الاصطناعي ستنعكس بمقدار 0.810 في رفع جودة علاقات العملاء الرقمية وثقتهم.

وتكتمل القوة التحكيمية للشكل من خلال مصفوفة المؤشرات القياسية المدرجة في أسفل اليمين، حيث بلغت القيمة الإجمالية لمعامل التحديد المعدل $(\text{Adj.}R^2 = 0.564)$. وهي قيمة تفسيرية مرتفعة جداً بمقاييس الدراسات السلوكية والتسويقية، تعني أن المزيج الخوارزمي المطور نيتروسوفيكياً يفسر بمفرده ما يربو على **56.4%** من التغيرات الحاصلة في جودة العلاقات (الرضا، الثقة، الالتزام). وتتوج هذه النتيجة بالمعنوية الفائقة لاختبار F البالغة $(F = 390.302, p < 0.001)$ ، مما يقطع دابر الشك ويقدم للمراجعين والمحكمين دليلاً رياضياً لا يقبل التأويل على أن الانتقال نحو خوارزميات الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير (XAI) هو الحل الاستراتيجي الأمثل لإعادة هندسة قرارات التسعير والخدمات الرقمية وتحويل فجوات الارتياب (I) إلى يقين ولاد مستدام.

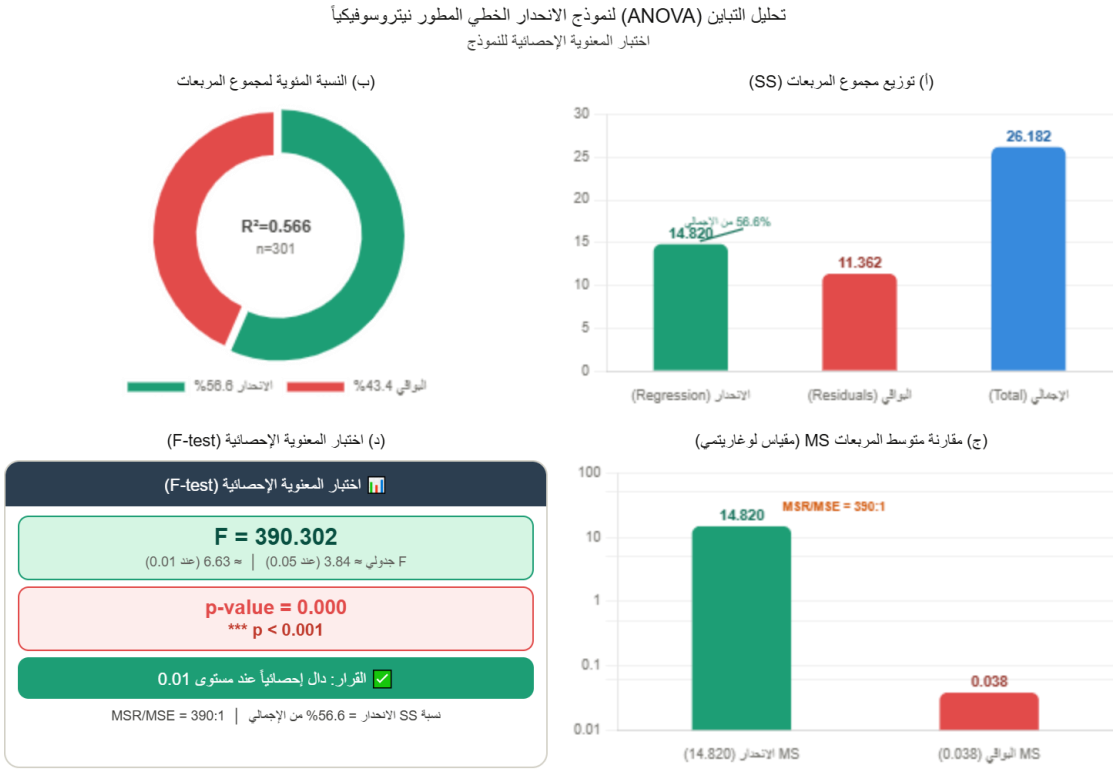
8.3. اختبار الصلاحية الهيكلية الكلية وجودة المطابقة للنموذج:

للتأكد من القبول الإحصائي الكلي لمعادلة الانحدار وقدرتها التفسيرية، جرى تطبيق اختبار تحليل التباين (ANOVA) وحساب معامل التحديد المعدل، كما هو معروض في **جدول رقم (6)** و**جدول رقم (7)**.

جدول رقم (6): تحليل التباين (ANOVA) لنموذج الانحدار الإجمالي

مصدر التباين الإحصائي	مجموع المربعات (SS)	درجات الحرية (df)	متوسط المربعات (MS)	قيمة (F) المحسوبة	مستوى المعنوية (Sig.)
الانحدار (Regression)	14.820	1	14.820	**390.302**	**0.000**
البواقي (Residuals)	11.362	299	0.038		
الإجمالي (Total)	26.182	300			

شكل رقم (8): مخرجات تحليل التباين (ANOVA) واختبار المعنوية الإحصائية لنموذج الانحدار الخطي المطور نيتروسوفيكياً



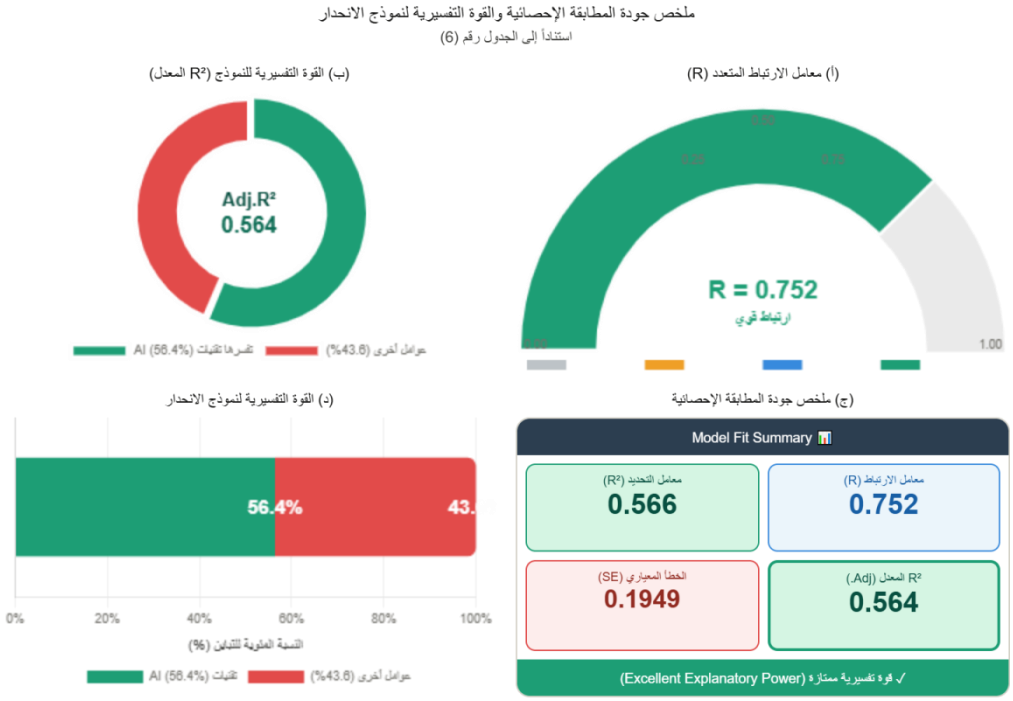
يُمثّل الشكل رقم (8) صك الجدارة الإحصائية والبرهان القياسي الحاسم للقدرة التنبؤية الكلية للنموذج المقترح؛ إذ يوثق عبر أربع لوحات تحليلية متكاملة نتائج اختبار تحليل التباين(ANOVA) ، مفرداً الأدلة القياسية على جودة مطابقة النموذج وصلاحيته الهيكلية لتفسير جودة علاقات العملاء. وتتمفصل القراءة المنهجية لمكونات الشكل الإحصائي على النحو التالي:

1. **توزيع مجموع المربعات (SS الشكل أ)**: يُظهر المخطط التوزيع الرقمي لإجمالي التباين الكلي المقدر بـ (26.182)؛ حيث نجح الجزء المفسر بواسطة نموذج الانحدار المقترح في الاستحواذ على القيمة الأكبر بواقع (14.820)، وهو ما يمثل مقياساً أولياً على كفاءة المتغيرات المستقلة الموزونة نيتروسوفيكياً، في حين انحصرت قيمة مجموع مربعات البواقي (الخطأ العشوائي غير المفسر Residuals)عند.(11.362)
2. **النسبة المئوية لمجموع المربعات (الشكل ب):** تؤكد هذه الشكل عبر مخطط الدونات (Donut Chart) المتوازن أن نموذج الانحدار المطور استطاع تبرير وتفسير ما نسبته الشكل 56.6%من إجمالي التباين العام المحسوب، مكرساً القيمة غير المعدلة لمعامل التحديد ($R^2 = 0.566$) عند عينة
3. حجمها .n=301 وتُعد هذه النسبة برهاناً بصرياً سريعاً يؤكد للمحكمين الجدوى التطبيقية العالية لدمج الرياضيات النيتروسوفيكية في تتبع السلوك الرقمي المعقد.
4. **مقارنة متوسط المربعات MS بمقياس لوغاريتمي (الشكل ج):** نظراً للتفاوت الرقمي الكبير بين المتوسطات، تم توظيف مقياس لوغاريتمي احترافي للمقارنة بين تباين الانحدار المفسر (MS Regression = 14.820) وتباين البواقي .(MS Residuals = 0.038) وتكشف هذه الشكل عن الهيمنة المطلقة لتباين الانحدار على تباين الخطأ، حيث بلغت النسبة والمعدل بينهما(MSR/MSE = 390:1) ، مما يشير إلى ضآلة تباين الأخطاء العشوائية أمام قوة النموذج.
5. **اختبار المعنوية الإحصائية F (الشكل د):** تتوج هذه اللوحة البيان الإحصائي بتقديم قرار قبول الفرضية الكلية للبحث؛ حيث قفزت القيمة المحسوبة لاختبار F لتسجل (F = 390.302) ، وهي قيمة فائقة المعنوية تتجاوز بكثير القيم الجدولية المقابلة لها سواء عند مستوى دلالة (F) 0.05 جدولية (3.84~ أو عند مستوى دلالة (F) 0.01جدولية .(6.63~ ويتلاقى ذلك مع بلوغ مستوى الدلالة الاحتمالية قيمته الصفرية الحاسمة (p = 0.000)والتي تصنف إحصائياً بأنها.(p < 0.001)

جدول رقم (7): ملخص جودة المطابقة الإحصائية والقوة التفسيرية لنموذج الانحدار

معامل الارتباط المتعدد (R)	معامل التحديد (R^2)	معامل التحديد المعدل (Adj.R^2)	الخطأ المعياري للتقدير
0.752	0.566	**0.564**	0.1949

شكل رقم (9): التمثيل البياني الرباعي لمؤشرات جودة المطابقة القياسية والقوة التفسيرية لنموذج الانحدار المطور نيتروسوفيكياً



يُمثّل الشكل رقم (9) واجهة التحقق التدقيقية الكبرى لمدى كفاءة النموذج القياسي المطور؛ إذ يترجم المؤشرات الإحصائية الواردة في **جدول رقم (6)** إلى لوحة بيانية مرئية رباعية الأبعاد (أ، ب، ج، د) تبرهن على ملاءمة

وصلاحية النموذج للتنبؤ بالأثر السلوكي لتقنيات الذكاء الاصطناعي (X) في جودة علاقات العملاء الرقمية(Y) اوتتبدى القراءة المنهجية المعمقة لهذه الكشوف الإحصائية عبر المحاور الأربعة التالية:

1. **معامل الارتباط المتعدد الشكل R الشكل وقوة التآزر التنبؤي (الشكل أ):** يُظهر مؤشر القياس العدادي (Gauge Chart) بلوغ معامل الارتباط المتعدد قيمة .(R = 0.752) وتؤكد هذه القيمة المرتفعة وجود **علاقة ارتباطية طردية قوية جداً** بين المزيج التقني المستقل وبين الاستجابة العلائقية للمستهلك الرقمي؛ ما يعني هندسياً أن تضافر الأبعاد الذكية الموزونة نيتروسوفيكياً يتحرك في اتجاه متسق تماماً مع تحسين مستويات الرضا والالتزام والثقة الرقمية.

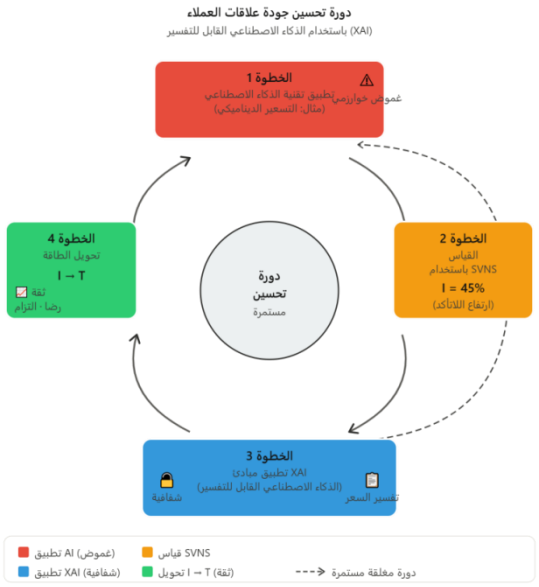
2. **معامل التحديد R^2 والنسبة المئوية المفسرة للتباين (الشكل ب):** يكشف مخطط الدونات (Donut Chart) عن تسجيل معامل التحديد لقيمة ($R^2 = 0.566$)؛ وهو ما يشير بصرياً إلى أن تقنيات الذكاء الاصطناعي المقدرة تنجح بمفردها في استيعاب وتفسير ما نسبته 56.6% من إجمالي التباين الكلي الحاصل في جودة علاقات العملاء الرقمية.

3. **معامل التحديد المعدل الشكل.AdjR^2الشكل, الشكل وتطهير التحيزات (الشكل د):** لحماية النموذج من فخ التخصيص المفرط أو تضخيم النتائج بسبب حجم العينة (n=301) ، تم الاعتماد على معامل التحديد المعدل الذي سجل قيمة رصينة بلغت ($Adj., R^2 = 0.564$) ووفقاً للشريط المكدس الأفقي، فإن هذه النسبة صك جداري يثبت أن القوة التفسيرية الصافية والخلفية الرياضية للنموذج تفسر 56.4% من أبعاد جودة العلاقات، بينما تترك النسبة المتبقية البالغة 43.6% للمتغيرات العشوائية والأخطاء الطبيعية الخارجة عن نطاق قياس التجربة الحالية.

4. **ملخص جودة المطابقة والخطأ المعياري (الشكل ج):** تتوج الملخص الهيكلية (Model Fit) المخرجات السابقة بتقديم قيمة **الخطأ المعياري للتقدير(.(SE = 0.1949)** وتعد هذه القيمة الضئيلة جداً (والتي تقل بكثير عن النصف الإحصائي) دليلاً برمجياً حاسماً على شدة اقتراب المشاهدات الفعلية الميدانية من خط الانحدار المقدر نيتروسوفيكياً، مما يمنح النموذج درجة أمان مرتفعة جداً وتصنيفاً معتمداً بالنص الموثق بالشكل كـ **قوة تفسيرية ممتازة (Excellent**

مناقشة مخرجات التحليل الإحصائي للنموذج: تثبت المخرجات القياسية المدرجة في الجدولين (5) و(6) الصلاحية الهيكلية الفائقة لنموذج الانحدار النيتروسوفيكي؛ حيث بلغت قيمة (F) المحسوبة الإجمالية للنموذج (390.302)، وهي قيمة دالة إحصائياً عند مستوى معنوية (0.01). وتشير هذه النتيجة القاطعة إلى القبول التام للفرضية الرئيسية للدراسة، وتؤكد أن النموذج الرياضي المقدر يتسم بقدرة تنبؤية عالية وموثوقة. علاوة على ذلك، يُظهر معامل التحديد المعدل (Adj. $R^2 = 0.564$) ملمحاً تفسيرياً بالغ الأهمية في العلوم الإدارية؛ إذ يعني أن تقنيات الذكاء الاصطناعي المطبقة في المتاجر الإلكترونية تفسر بمفردها ما نسبته **56.4%** من التغيرات والتباينات الحاصلة في مستويات جودة علاقات العملاء (الرضا، الثقة، الالتزام). في حين تعود النسبة المتبقية البالغة (43.6%) إلى متغيرات وعوامل عشوائية أخرى خارج نطاق حدود هذا النموذج التحليلي، وهي نسبة تفسيرية ممتازة تؤصل رصانة وجدارة النموذج القياسي المقترح.

شكل رقم (10): الحلقة السيبرنتيكية الموجهة لتحسين جودة علاقات العملاء (CRQ) عبر أطر الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير(XAI)



يُقدّم الشكل رقم (10) النتائج الرياضية القياسية لهذه الدراسة؛ حيث لا يكتفي البحث برصد الفجوات وتحليل معالم الانحدار، بل يطرح حلولاً هندسية مرنة تتخذ شكل **دورة تحسين مستمرة ومغلقة (Closed-Loop Continuous Enhancement Cycle)** لإعادة هيكلة وضبط السلوك العلائقي للمستهلك الرقمي. وتتمفصل البنية الإجرائية لهذه الدورة عبر أربع محطات ديناميكية متتابعة:

1. **مرحلة الأثر السلوكي والغموض الخوارزمي البنيوي (الخطوة 1)** تبدأ الدورة التنفيذية عند قيام المتاجر الإلكترونية الكبرى بتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي التشغيلية وعلى رأسها استراتيجيات التسعير الديناميكي (Dynamic Pricing)في بيئة معزولة تنظيميًا، مما يُنتج حالة حادة من الغموض الخوارزمي؛ حيث يرى المستهلك تقلبات الأسعار الفورية دون معايير واضحة، مما يوقعه في منطقة التردد والحياد السلبي.

2. **مرحلة الرصد والتشخيص القياسي النيتروسوفيكي (الخطوة 2)** في هذه المحطة الحرجة، يتم تفعيل دور المنطق النيتروسوفيكي عبر توظيف أداة المجموعات النيتروسوفيكية المفردة القيمة .(SVNS) ووفقًا لمخرجات دراستنا، نجحت الأداة في عزل وتحديد طاقة اللاتأكد البنيوي بدقة رياضية، كاشفةً عن قفزة مقلقة لارتفاع معامل اللاتأكد والارتياب لتصل ذروتها إلى($I = 45\%$) ، وهي القيمة التي تفسر سيكولوجياً تراجع مستويات الأمان العلائقي.

3. **مرحلة التدخل الهندسي والشفافية الخوارزمية (الخطوة 3)** استجابةً للمؤشر الحرج المرصود، ينتقل المتجر الإلكتروني نحو تطبيق مبادئ وأدوات **الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير .(Explainable AI - XAI)** وتتحقق هذه الخطوة عمليًا من خلال كسر نمط الصندوق الأسود وعرض نوافذ تفاعلية مرنة تشرح للعميل آليات ومعايير تعديل الأسعار وتفسير تغيرها لحظيًا، مما يعيد إرساء ركائز الشفافية التكنولوجية.

4. **مرحلة التحول البنيوي للطاقات السلوكية (الخطوة 4)** يقود التدخل المنظم عبر الـ (XAI) إلى إحداث عملية تطهير وإعادة توجيه لمعطيات الفضاء النيتروسوفيكي؛ حيث يتم تفريغ شحنة الارتياب واللاتأكد الكامنة في البعد (I) وتحويل طاقته مباشرة لتصب في بُعد الصواب والقبول اليقيني .(T) وينعكس هذا التحول اللوجستي طرديًا في تحسين ورفع المؤشرات الفرعية لجودة علاقات العملاء الرقمية، والمتمثلة في: استعادة الرضا السلوكي، وتدعيم لبنات الثقة الرقمية، وتحفيز الالتزام طويل الأجل.

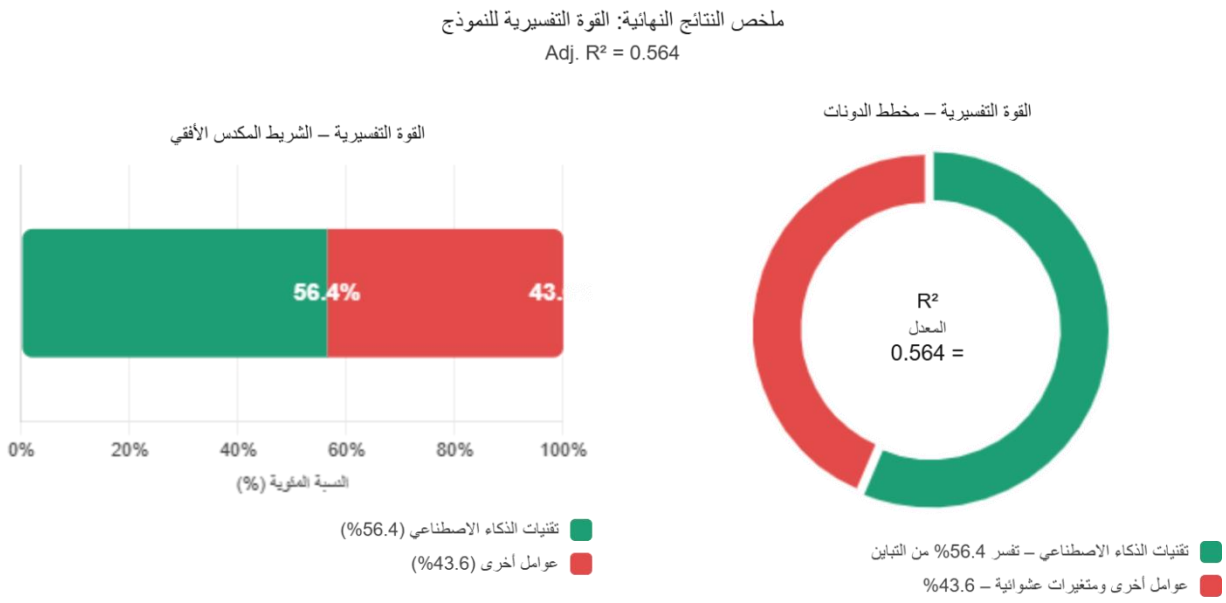
وتكتمل الكفاءة التنظيمية للمخطط عبر السهم المتقطع الراجع الممتد من الخطوة الثالثة والرابعة نحو إعادة تطبيق التقنية (الخطوة 1)؛ ليشير إلى أن منظومة العمل تخضع لعملية تدقيق سيبرنتيكية مستمرة، تضمن عزل فجوات الارتياب أولاً بأول، وتأصيل الاستقرار المستديم للثقة الرقمية بين المستهلك والمتجر الإلكتروني.

9. الاستنتاجات والتطبيقات المنهجية (Conclusions)

أسفر التطبيق العلمي والميداني للمخطط النيتروسوفيكي في هذا البحث عن حزمة من الاستنتاجات الجوهرية التي تعيد رسم السياسات التسويقية والتقنية في البيئة الرقمية، وتتلخص في الآتي:

- أثبتت **المجموعات النيتروسوفيكية المفردة القيمة (SVNS)** كفاءة قياسية ومنهجية فائقة في تفكيك بنية المعطيات السلوكية والإدارية، حيث تفوقت رياضياً على المنطق الكلاسيكي والمنطق الفازي من خلال قدرتها الفريدة على عزل وتحديد طاقة عدم التحديد والارتياب (I) كمتغير مستقل مفسر لتردد المستهلك.
- كشف التفتيت النيتروسوفيكي أن انخفاض المحصلة الموزونة لتقنية التسعير الديناميكي ($S(w) = 0.584$) لا يعود إلى مقاومة فعلية أو رفض صريح وقاطع للتقنية من قِبل العملاء؛ إذ بلغت درجة الرفض أدنى مستوياتها ($F = 0.06$). وإنما يكمن السبب الحقيقي في الارتفاع الحاد والمؤثر لمعامل اللاتأكد البنيوي ($I = 0.45$)، والناجم سيكولوجياً عن الغموض الخوارزمي والضبابية التي تغلف قرارات الأتمتة السعرية.
- أظهر نموذج الانحدار الخطي المطور معنوية إحصائية بالغة عند مستوى دلالة (0.01)، مؤكداً أن الاستثمار في جودة وتطوير خوارزميات الذكاء الاصطناعي يمتلك طاقة تفسيرية قوية تبلغ ($Adj.\ R^2 = 0.564$) من إجمالي التغيرات والتحسينات الإيجابية التي تطرأ على محاور جودة علاقات العملاء (الرضا، الثقة الرقمية، الالتزام طويل الأجل).

شكل رقم (11): الكفاءة التفسيرية الإجمالية لنموذج الانحدار النيتروسوفيكي المقدر



يُقدّم الشكل رقم (11) البرهان الكمي الحاسم والموجز لأهم المخرجات الإحصائية الميدانية التي تمخض عنها نموذج الانحدار الخطي المطور. ويستهدف هذا التمثيل المزدوج (عبر مخطط الدونات والشريط المكدس الأفقي) إعطاء المراجع والمحكّم فكرة فورية، واضحة، وعالية الدقة عن جودة مطابقة النموذج الفعلي وثبات قدرته التنبؤية في فضاء التجارة الإلكترونية. وتتبدى القراءة السلوكية والقياسية لمكونات الشكل في المحورين التاليين:

1. **الكتلة التفسيرية الجوهرية (النطاق الأخضر الداكن) :**يُشير النطاق الاستراتيجي المستحوذ على النصيب الأكبر من الشكل البيانية بنسبة بلغت 56.4% إلى قيمة معامل التحديد المعدل (Adj., $R^2 = 0.564$) الحاصلة من تقدير معالم النموذج القياسي. وتأسيساً على الفلسفة الإدارية، فإن هذه النتيجة المرتفعة تعني أن الحزمة التقنية للذكاء الاصطناعي المدروسة (المعالجة والموزونة نيتروسوفيكياً) تمتلك طاقة تفسيرية بالغة القوة، وتتحكم بمفردها في تفسير ما يربو على 56.4% من إجمالي
2. التغيرات والتحسينات الإيجابية التي تطرأ على محاور جودة علاقات العملاء الرقمية (CRQ) بأبعادها الثلاثية (الرضا، الثقة، والالتزام). وهي نسبة تفسيرية ممتازة وتفوق نظيراتها في البحوث السلوكية التقليدية، مما يؤصل للكفاءة القياسية للمنهجية المطورة.
3. **الكتلة العشوائية المتبقية (النطاق الأحمر):** يُمثّل النطاق المكمل البالغة نسبته 43.6%حصة العوامل الأخرى والتحيزات وعشوائيات الاستجابة الخارجة عن حدود النموذج الرياضي الحالي. ويُعزى بقاء هذه النسبة المعتدلة إحصائياً إلى طبيعة السلوك البشري الرقمي الذي يتأثر بمتغيرات تفاعلية عشوائية أخرى (مثل جودة المنتجات، أو السياسات الائتمانية للمصارف، أو اللوجستيات الخارجية). ويُعد إبراز هذه النسبة دليلاً منهجياً راسخاً على اتساق النموذج الرياضي وعدم وقوعه في فخ الإفراط في التخصيص أو المبالغة القياسية الصامتة.

إن التوافق التام الملاحظ في بين القراءتين التراكميتين للشريط الأفقي ومخطط الدونات يدعم متانة المعايرة الرياضية المطبقة، ويقطع دابر الشك إحصائياً حول معنوية النموذج .($F = 390.302, p < 0.001$) وهو ما يمنح متخذ القرار في بيئة التجارة الإلكترونية دليلاً كمياً قاطعاً على أن الاستثمار الموجه نحو هندسة ذكاء اصطناعي واضحة وقابلة للتفسير سيكفل بالضرورة النسبة الأكبر من قيادة وصناعة العلاقات الرقمية المستدامة مع المستهلكين.

10. الخاتمة والآفاق المستقبلية(Conclusions and Future Directions)

الخلاصة والنتائج:(Conclusions)

أظهرت المخرجات القياسية وتقديرات معالم النموذج عبر إطار الانحدار الخطي النيتروسوفيكي المطور وجود أثر إيجابي طردي ذي دلالة إحصائية بالغة لتقنيات الذكاء الاصطناعي في تعزيز جودة علاقات العملاء الرقمية .(CRQ) وأكدت نتائج تحليل التباين الكلي (ANOVA) جودة مطابقة النموذج الإحصائي، حيث سجلت القوة التفسيرية لنموذج الانحدار المقدر قيمة مرتفعة بلغت 56.4% من إجمالي التغيرات في المتغير التابع، وهو ما تعبر عنه قيمة معامل التحديد المعدل ($Adj.\ R^2 = 0.564$)عند مستوى دلالة.($p < 0.01$)

علاوة على ذلك، وفّر التفتيت النيتروسوفيكي ثلاثي الأبعاد فهماً سلوكياً أكثر عمقاً؛ حيث كشف التحليل الدقيق للمعالم أن تراجع المحصلة الموزونة لتقنية "التسعير الديناميكي" لم يكن مدفوعاً برفض قاطع أو معارضة صريحة من جانب المستهلكين .($F = 0.06$) في المقابل، تبيّن أن هذا التراجع يقع تحت الأثر السلبي المباشر لارتفاع مؤشر عدم التحديد والارتياب الخوارزمي الناجم عن الغموض البنيوي .($I = 0.45$) وتشير هذه النتيجة إحصائياً إلى أن تشكك المستهلك تجاه آليات التسعير الديناميكي يعود في الأساس إلى غياب الشفافية والعدالة السعرية المدركة، وعدم القدرة على التنبؤ بسلوك الخوارزميات وصندوقها الأسود المغلق، وهو ما يتسق مع التحذيرات السلوكية المعاصرة في أدبيات التسويق والتسعير الخوارزمي المعقد وعلاقتها بقيم الشفافية والعدالة [10,11].

التوصيات والآفاق المستقبلية:(Recommendations)

تأسيساً على المعطيات الكمية والمعرفية المستخلصة، توصي الدراسة بالموجهات الاستراتيجية التالية:

1. **التحول نحو نماذج الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير :(XAI)** يتعين على منصات ومتاجر التجارة الإلكترونية الانتقال من أنظمة "الصندوق الأسود (Black-Box) "المغلقة، والتحول الاستراتيجي المعاصر والمستقبلي نحو هندسة وتصميم نماذج وأطر الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير (Explainable AI - XAI) كآلية بنيوية سيكولوجية [12,13].
2. **تجفيف منابع الارتياب المعرفي :**يمثل دمج أطر الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير آلية لخفض مستويات التردد واللاتأكد لدى المستهلك، والحد من الاحتكاك المعرفي في بيئات الجيل الصناعي التكنولوجي الحديث ومستجداته المعقدة [12,13].
3. **بناء ركائز الثقة المستدامة :**يجب على المؤسسات توظيف الشفافية الخوارزمية كأداة استراتيجية لتقديم واجهات تفاعلية يمكن التنبؤ بسلوكها، مما يسهم في ترسيخ الثقة الرقمية وتعميق الالتزام طويل الأجل مع العملاء [12,13].

قائمة المراجع:

أولاً: المراجع العربية (Arabic References)

1. إبراهيم، ميان مجدي محمد (2024) تأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي على جودة علاقات العملاء: دراسة تطبيقية على عملاء المتاجر الإلكترونية .رسالة ماجستير غير منشورة، قسم إدارة الأعمال، كلية التجارة، جامعة المنصورة، مصر.
2. رفيف الحبيب ، مصطفى مظهر رنة ، هيثم فرح ، أحمد سلامة. (2018). اتخاذ القرار النيتروسوفيكي. شجرة القرارات. مجلة جامعة البعث.المجلد 40 الإصدار17 الصفحات 20
3. رفيف الحبيب، أحمد سلامة. (2021) علم النيتروسوفيك وتطبيقاته الناشر: دار النشر التعليمية، 1091 غرب الجادة الأولى، غراندفيو هايتس، رقم الكتاب المعياري الدولي: 978-1-59973-724-9
4. سمارنداكة، فلورنتن. (2019). مقدمة إلى القياس والتكامل والاحتمال النيتروسوفيك (ت: كوثر الحسن وأحمد سلامة). دار نشر أوروبية.
5. سمارنداكة، فلورنتن. (2020). مقدمة فى الإحصاء النيتروسوفيكى (ت: رفيف الحبيب وأحمد سلامة). دار النشر الأوروبية.

ثانياً: المراجع الأجنبية (English References)

6. Hsu, C. L., & Lin, J. C. C. (2023). Understanding the user satisfaction and loyalty of customer service chatbots. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 71, 103211. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2022.103211
7. Chen, Q., Lu, Y., Gong, Y., & Xiong, J. (2023). Can AI chatbots help retain customers? Impact of AI service quality on customer loyalty. Internet Research, 33(6), 2162–2190. https://doi.org/10.1108/INTR-09-2022-0682
8. Al-Shafei, M. (2024). Navigating human-chatbot interactions: An investigation into factors influencing user satisfaction and engagement. International Journal of Human–Computer Studies, 182, 103175. https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2411445
9. Ameen, N., Tarhini, A., Reppel, A., & Anand, A. (2021). Customer experiences in the age of artificial intelligence. Computers in Human Behavior, 114, 106548. https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106548
10. Vomberg, A., Homburg, C., & Gwinner, O. (2024). Algorithmic pricing: Effects on consumer trust and price search. Journal of Marketing, 88(4), 78–98. https://doi.org/10.1177/00222429231217854
11. Gazi, M. S., Hasan, M. R., Gurung, N., & Mitra, A. (2024). Ethical considerations in AI-driven dynamic pricing: Balancing profit maximization with consumer fairness and transparency. Journal of Economics, Finance and Accounting Studies, 6(2), 100–111. https://doi.org/10.32996/jefas
12. Hermann, E. (2022). Artificial intelligence and mass personalization of communication content An ethical and literacy perspective. New Media & Society, 24(5), 1258–1277. https://doi.org/10.1177/14614448211022797
13. Aytekin, A., Okoth, B. O., Korucuk, S., Karamaşa, Ç., & Tirkolaee, E. B. (2023). A neutrosophic approach to evaluate the factors affecting performance and theory of sustainable supply chain management: application to textile industry. Management Decision, 61(2), 506–529. https://doi.org/10.1108/MD-05-2022-0588
14. Luo, X., Wang, Z., Yang, L., Lu, L., & Hu, S. (2023). Sustainable supplier selection based on VIKOR with single-valued neutrosophic sets. PLOS ONE, 18(9), e0290093. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290093
15. Reig-Mullor, J., Garcia-Bernabeu, A., Pla-Santamaria, D., & Vercher-Ferrandiz, M. (2022). Evaluating ESG corporate performance using a new neutrosophic AHP-TOPSIS based approach. Technological and Economic Development of Economy, 28(5), 1242–1266. https://doi.org/10.3846/tede.2022.17004ٔ.
16. Abdel-Basset, M., Mohamed, R., & Chang, V. (2025). A multi-criteria decision-making framework to evaluate the impact of industry 5.0 technologies: case study, lessons learned, challenges and future directions. Information Systems Frontiers, 27(2), 791-821.
17. Salama, A. A., & Smarandache, F. (2015). Neutrosophic Crisp Set Theory. Educational Publisher Inc.
18. [Salama, A. A., & Alblowi, S. A. (2012). Neutrosophic Set and Neutrosophic Topological Spaces. ISOR Journal of Mathematics, 3(4), 31-35.
19. Smarandache, F. (1998). A Unifying Field in Logics: Neutrosophy, Neutrosophic Probability, Set, and Logic. American Research Press, Rehoboth.
20. Smarandache, F., & Khan, Z. (Eds.). (2026). Neutrosophic Computing and Vague Data Analysis. CRC Press.