

نمذجة ديناميكية سلوك المستهلك باستخدام المعادلات التفاضلية العادية: دراسة أثر

الحملات التسويقية على الوعي، الاهتمام، التحول والولاء

د/ هويدا احمد الشريف ...جامعة الزاوية

أ/ ليلي ابراهيم الشابع... الاكاديمية الليبية / جنزور.....218926185998

تاريخ الاستلام: 2026/07/08؛ تاريخ القبول: 2026/08/01؛ تاريخ النشر: 2026/10/08

ملخص الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تطوير نموذج رياضي ديناميكي قائم على المعادلات التفاضلية العادية (ODEs) لتحليل التطور الزمني لسلوك المستهلك تحت تأثير الحملات التسويقية الرقمية. ويرتكز النموذج على أربعة متغيرات سلوكية تمثل مراحل الاستجابة التسويقية، وهي: الوعي (A)، والاهتمام (I)، والتحول (T)، والولاء (L)، إلى جانب مدخلات خارجية تعكس شدة الحملة التسويقية (P) وتواترها (f). وقد جرى بناء نظام من المعادلات التفاضلية لوصف معدلات التغير الزمنية لكل متغير، مع تقدير معلمات النموذج بالاعتماد على بيانات ميدانية وأطر نظرية مستمدة من الأدبيات السابقة.

اعتمدت الدراسة منهجًا كميًا تطبيقيًا شمل عينة مكونة من (500) مستهلك، باستخدام استبيانات ذات موثوقية مرتفعة ($\alpha = 0.87$ Cronbach's)، إضافة إلى تنفيذ محاكاة عددية للنموذج عبر برنامج MATLAB على مدى (180) يومًا. وأظهرت نتائج المحاكاة أن سلوك المستهلك يتسم بطابع غير خطي وتراكمي، يتخلله فترات من التسارع والتباطؤ، ولا سيما في متغيري الوعي والتحول. كما بينت النتائج ارتفاع مستوى الوعي بنسبة (28%) خلال الأسابيع الأربعة الأولى ($F = 18.7$, $p < 0.001$ ANOVA)، واستجابة متوسطة لمُتغير الاهتمام ($r = 0.58$)، في حين اتجه الولاء نحو حالة استقرار ديناميكي عند مستوى (0.7) مع قدرة تفسيرية مرتفعة للنموذج ($R^2 = 0.82$).

وأثبت النموذج تفوقه على النماذج الخطية التقليدية بنسبة (35%) في الدقة التنبؤية، مع قدرته على تحديد فجوة التحول-الولاء ($T-L \text{ gap} = 0.3$)، بما يتيح إمكانية ترشيد ما بين (20-30%) من ميزانيات الحملات التسويقية. وتؤكد النتائج أن الحملات التسويقية المستمرة والمخطط لها بعناية، ولا سيما ذات التواتر المنتظم، تسهم بفاعلية في تعزيز التحول وبناء الولاء على المدى الطويل، وأن النظام التسويقي يميل إلى بلوغ حالة توازن ديناميكي بمرور الزمن. وتسهم الدراسة في تعزيز كفاءة تخصيص الموارد التسويقية، كما تقدم إطارًا كميًا يربط نماذج تدرج التأثيرات (Hierarchy of Effects) بالنمذجة الرياضية الديناميكية، مع اقتراح دمج العوامل النفسية والاجتماعية والاقتصادية مستقبلًا لتعزيز القدرة التنبؤية للنموذج في البيئات الرقمية.

الكلمات المفتاحية: سلوك المستهلك، المعادلات التفاضلية، التسويق الرقمي، ديناميكيات التسويق، نمذجة ODEs، الولاء الاستهلاكي.

ABSTRACT

This study aims to develop a dynamic mathematical model based on ordinary differential equations (ODEs) to analyze the temporal evolution of consumer behavior under the influence of digital marketing campaigns. The proposed model incorporates four core behavioral variables representing sequential stages of the marketing response—Awareness (A), Interest (I), Conversion (T), and Loyalty (L)—along with external inputs capturing campaign intensity (P) and exposure frequency (f). A system of differential equations was formulated to describe the time-dependent rates of change of these variables, with model parameters estimated using empirical field data and established theoretical insights. The study adopts a quantitative applied methodology based on a sample of 500 consumers, utilizing highly reliable survey instruments (Cronbach's $\alpha = 0.87$), complemented by numerical simulations implemented in MATLAB over a 180-day period. Simulation results reveal that consumer behavior follows a nonlinear and cumulative trajectory, characterized by alternating phases of acceleration and deceleration, particularly

in awareness and conversion. Empirical findings indicate a 28% increase in awareness during the first four weeks (ANOVA $F = 18.7$, $p < 0.001$), a moderate response in interest ($r = 0.58$), and a gradual convergence of loyalty toward a dynamic equilibrium level of 0.7, with strong explanatory power ($R^2 = 0.82$).

The proposed dynamic model outperforms traditional linear approaches by 35% in predictive accuracy and effectively identifies the conversion–loyalty gap ($T-L$ gap = 0.3), enabling potential campaign budget savings of 20–30%. Results further demonstrate that sustained, well-planned campaigns—particularly those emphasizing consistent exposure frequency—are more effective than short-term intensive efforts in fostering long-term conversion and loyalty. Overall, the study contributes to more efficient marketing resource allocation and bridges the Hierarchy of Effects framework with continuous-time quantitative modeling. Future research is encouraged to integrate psychological, social, and economic factors to further enhance predictive performance in digital marketing environments.

Keywords: consumer behavior, differential equations, digital marketing, marketing dynamics, ODE modeling, customer loyalty.

1.1. المقدمة

يُعدّ سلوك المستهلك منظومة ديناميكية معقّدة تتشكل عبر تفاعل مستمر بين محددات شخصية وبيئية وتسويقية. فالمحددات الشخصية تشمل الخبرات السابقة، وآليات الإدراك، والدوافع الفردية، في حين تتمثل المحددات البيئية في الأطر الثقافية والاجتماعية التي تؤثر عملية اتخاذ القرار. وفي المقابل، تؤدي الحملات التسويقية دورًا مباشرًا في توفير المعلومات وتوجيه الانتباه وإثارة الاهتمام وتحفيز التحول، بما يجعلها من أبرز محددات الاستجابة الاستهلاكية. (Liu et al., 2022)

وتؤكد الأدبيات الحديثة أن المستهلك لا يستجيب وفق نمط ثابت أو خطي، بل يتفاعل مع الرسائل والمعلومات الجديدة بطريقة تراكمية ومتغيرة عبر الزمن، وهو ما يعكس الطبيعة الديناميكية

لعملية اتخاذ القرار (Antohti et al., 2022). وبناءً على ذلك، فإن تفسير السلوك الاستهلاكي يستلزم أدوات تحليل تتجاوز المقاربات المقطعية، وتلتقط التحولات الزمنية في مسار الاستجابة. وفي هذا السياق، تُظهر بعض التطبيقات في التسويق الرياضي—مثل حملات الرعاية المصاحبة لبطولات كرة القدم—أن تكرار التعرض يمكن أن يعزز الوعي بنسب ملحوظة خلال مدد زمنية ممتدة، الأمر الذي يبرز الحاجة إلى نماذج زمنية قادرة على تمثيل هذه الديناميكيات بصورة أدق. غير أن نطاق التحليل في هذه الدراسة يُحصر في السوق الليبي، بوصفه المجال المكاني لتفسير التغيرات السلوكية وقياسها ضمن بيئة محلية محددة.

وقد أشار Kotler و Keller (2016) إلى هذه الطبيعة التحولية بوصف المستهلك كيانًا متغيرًا تتطور استجاباته بفعل التعلم والخبرة، وهو ما يكشف محدودية النماذج التقليدية التي تفترض استقرار السلوك أو ثباته. ومن ثمّ، اتجه عدد متزايد من الباحثين إلى توظيف النماذج الرياضية—ولا سيما المعادلات التفاضلية العادية (ODEs)—لمحاكاة التطور الزمني لمتغيرات الاستجابة التسويقية مثل الوعي والاهتمام والتحول والولاء (Benedetti et al., 2019; Iyappan et al., 2024). واستنادًا إلى ذلك، ستعرض المباحث التالية بناء النموذج المقترح بصورة متسلسلة، بدءًا من صياغة المعادلات الأساسية؛ فعلى سبيل المثال يمكن تمثيل ديناميكية الوعي بالمعادلة: $\frac{dA}{dt} = k_u(P - A)$ حيث

تمثل A مستوى الوعي، و P شدة الحملة، و k_u معامل الاستجابة، بما يتيح توصيف الاقتراب

التدريجي للوعي نحو مستوى يتحدد وفق قوة المدخلات التسويقية، وبما يدعم دقة التفسير وإمكانات التنبؤ.

وانطلاقاً من هذه الرؤية، تسعى الدراسة الحالية إلى تقديم معالجة كمية ديناميكية لسلوك المستهلك في السوق الليبي، بما يعكس الخصوصية السياقية لهذا السوق، ويعزز من دقة التفسير العلمي للتغيرات السلوكية الناتجة عن الحملات التسويقية الرقمية.

1.2. المصطلحات الدراسة

لأغراض هذه الدراسة، تُعتمد المصطلحات الآتية وفق دلالاتها النظرية والإجرائية، مع الإشارة إلى مصادرها العلمية، بما يضمن وضوح المفاهيم ودقة التفسير:

1. سلوك المستهلك (Consumer Behavior) : مجموعة الأنشطة المعرفية والسلوكية والعاطفية التي يقوم بها الأفراد عند البحث عن المنتجات أو الخدمات وشرائها واستخدامها وتقييمها، وتتأثر هذه الأنشطة بعوامل شخصية واجتماعية وتسويقية، وتتغير بصورة ديناميكية عبر الزمن (Schiffman & Wisenblit, 2019؛ Kotler & Keller, 2016).

2. النمذجة الديناميكية (Dynamic Modeling) : منهج كمي يهدف إلى تحليل تطور المتغيرات بمرور الزمن من خلال تمثيل العلاقات التفاعلية بينها، بما يسمح بدراسة التأثيرات التراكمية وغير الخطية داخل الأنظمة المعقدة، مثل النظم التسويقية (Sternan, 2000؛ Marin, 2024).

3. المعادلات التفاضلية العادية (Ordinary Differential Equations – ODEs) : معادلات رياضية تُستخدم لوصف معدلات التغير اللحظي للمتغيرات كدوال زمنية، وتُعد أداة رئيسة في النمذجة الديناميكية لتحليل تطور الأنظمة التسويقية والتنبؤ بسلوكها المستقبلي (Sethi & Thompson, 2000؛ Benedetti et al., 2019).

4. الوعي (Awareness – A) : درجة إدراك المستهلك لوجود المنتج أو العلامة التجارية أو الرسالة التسويقية، ويُعد المرحلة الأولى في مسار الاستجابة التسويقية، ويتأثر مباشرة بشدة الحملة وتكرارها (Lavidge & Steiner, 1961؛ Kotler & Keller, 2016).

5. الاهتمام (I – Interest) : مستوى التفاعل المعرفي والعاطفي للمستهلك مع محتوى الحملة التسويقية بعد مرحلة الوعي، ويعكس رغبة المستهلك في متابعة المعلومات وتقييم العرض التسويقي (Petty & Cacioppo, 1986؛ Pappas, 2023).
6. التحول (T – Conversion) : انتقال المستهلك من مرحلة الاهتمام إلى اتخاذ القرار الشرائي أو تنفيذ السلوك المستهدف، ويُعد مؤشرًا أساسيًا لفعالية الحملات التسويقية (Danaher & Muller, 2020؛ Chen et al., 2024).
7. الولاء (L – Loyalty) : حالة سلوكية واتجاهية طويلة الأمد تُعبّر عن التزام المستهلك بالعلامة التجارية وتكرار التعامل معها، وتتكون نتيجة تجارب إيجابية متراكمة وتعزيز مستمر (Oliver, 2014؛ Kumar & George, 2007).
8. شدة الحملة التسويقية (P – Campaign Intensity) : مستوى قوة وتأثير الرسائل التسويقية من حيث المحتوى والانتشار والوضوح، ويؤثر بصورة مباشرة في رفع الوعي وتسريع الاستجابة الأولية للمستهلك (Danaher & Muller, 2020؛ lyappan et al., 2024).
9. تواتر الحملة التسويقية (f – Campaign Frequency) : عدد مرات تعرض المستهلك للحملة التسويقية خلال فترة زمنية محددة، ويُعد عاملاً حاسماً في تفسير التأثير التراكمي للحملات على التحول وبناء الولاء (Venkatesan et al., 2007؛ Chen et al., 2024).
10. الحالة المستقرة الديناميكية (Dynamic Equilibrium) : حالة يصل فيها النظام التسويقي إلى توازن نسبي، بحيث تصبح معدلات التغير في المتغيرات السلوكية منخفضة أو شبه ثابتة رغم استمرار المدخلات التسويقية (Stermann, 2000؛ Marin, 2023).

11. المحاكاة (Simulation): إجراء تحليلي يعتمد على تشغيل النموذج الرياضي باستخدام معلمات وبيانات محددة لدراسة تطور المتغيرات عبر الزمن واختبار سيناريوهات تسويقية مختلفة قبل التطبيق الفعلي (Smith & Thompson, 2021; Benedetti et al., 2019).

1.3. الدراسات السابقة

تناولت دراسة Benedetti وآخرين (2019) المعنونة "نمذجة الوعي والتحول الاستهلاكي باستخدام المعادلات التفاضلية" تطوير نموذج رياضي ديناميكي قائم على المعادلات التفاضلية العادية لتحليل التطور الزمني لسلوك المستهلك تحت تأثير الحملات التسويقية. وهدفت الدراسة إلى تفسير كيفية تغير مستويات الوعي والتحول بمرور الزمن، واعتمد الباحثون على النمذجة الرياضية والمحاكاة العددية باستخدام بيانات زمنية افتراضية. وأظهرت النتائج أن مستوى الوعي يرتفع بمعدل أسرع من التحول، وأن التحول يتطلب تعزيزًا زمنيًا مستمرًا، كما أثبتت تفوق النماذج الديناميكية على النماذج الخطية في تفسير السلوك الاستهلاكي المتغير.

وفي السياق ذاته، ركزت دراسة Bainbridge (2020) المعنونة "فهم أنماط استجابة المستهلك من منظور زمني" على إبراز قصور النماذج المقطعية التقليدية في تفسير السلوك الاستهلاكي طويل الأمد. وهدفت الدراسة إلى التأكيد على أهمية إدماج البعد الزمني في تحليل استجابة المستهلك للحملات التسويقية. واعتمدت على تحليل نظري مقارنة مدعوم ببيانات زمنية، وأكدت النتائج أن النماذج الثابتة لا تعكس التأثيرات التراكمية للحملات التسويقية، وأوصت بتبني نماذج ديناميكية أكثر مرونة ودقة.

كما هدفت دراسة Danaher و Muller (2020) بعنوان "نمذجة ديناميكيات الإعلان في البيئات التنافسية" إلى تحليل التأثير الزمني للإعلانات المتكررة على استجابة المستهلك في الأسواق التنافسية. استخدمت الدراسة نماذج رياضية زمنية وبيانات تسويقية حقيقية، إلى جانب محاكاة

سيناريوهات مختلفة لشدة الحملات الإعلانية وتوقيتها. وتوصلت النتائج إلى أن استجابة المستهلك تتسم بالطابع التراكمي وغير الخطي، وأن التكرار الزمني للإعلانات يلعب دورًا حاسمًا في تعزيز التحول الشرائي مقارنة بالتأثير اللحظي للحملة.

وفي إطار تحليل السلوك الرقمي، تناولت دراسة Antohi وآخرين (2022) المعنونة "الديناميكيات غير الخطية لسلوك المستهلك في البيئات الرقمية" الطبيعة غير الخطية لاستجابة المستهلك للمحتوى التسويقي عبر المنصات الرقمية. وهدفت الدراسة إلى فهم تطور الاهتمام والتحول بمرور الزمن، واعتمدت على استبيانات ميدانية وتحليل إحصائي مدعوم بنماذج زمنية. وأظهرت النتائج أن التفاعل الرقمي المتكرر يساهم في تسريع الانتقال من الوعي إلى الاهتمام، في حين يظل التحول أكثر بطئًا ويتأثر بعوامل تراكمية متعددة.

وتناولت دراسة lyappan وآخرين (2024) المعنونة "النمذجة الديناميكية لتفاعل المستهلك مع الإعلانات الرقمية باستخدام المعادلات التفاضلية" بناء نموذج ديناميكي يربط بين شدة الحملة وتواتر التعرض ومستويات الوعي والاهتمام والتحول. استخدمت الدراسة استبيانات ميدانية، وتحليلًا إحصائيًا، إضافة إلى محاكاة رياضية باستخدام برنامج MATLAB. وأظهرت النتائج أن الوعي يستجيب بسرعة للحملات المكثفة، في حين يتطلب كل من التحول والولاء فترات زمنية أطول، مع قدرة عالية للنموذج على التنبؤ بالسلوك الاستهلاكي المستقبلي.

وفي أحدث الدراسات، هدفت دراسة Chen وآخرين (2024) بعنوان "المسارات الرقمية للمستهلك في البيئات متعددة القنوات" إلى تحليل تأثير الحملات الرقمية متعددة القنوات على التحول والولاء باستخدام نماذج ديناميكية متقدمة. واعتمدت الدراسة على تحليل بيانات رقمية حقيقية، ونماذج قائمة على المعادلات التفاضلية العادية، إلى جانب تحليل حساسية للمعاملات. وتوصلت

النتائج إلى أن التواتر المنتظم للحملات أكثر تأثيراً من الشدة اللحظية، وأن بناء الولاء يمثل عملية تدريبية تتطلب استراتيجيات تسويقية طويلة الأمد.

ويُستفاد من استعراض هذه الدراسات أن الأدبيات السابقة، على الرغم من إسهامها في توظيف النماذج الديناميكية لتحليل سلوك المستهلك، قد ركزت في معظمها على بيانات رقمية متقدمة أو على نماذج محاكاة غير مدعومة ببيانات ميدانية كافية، فضلاً عن محدودية تطبيقها في السياقات العربية. ومن هنا تنبع أهمية الدراسة الحالية التي تسعى إلى سد هذه الفجوة من خلال تطبيق نموذج ديناميكي كمي مدعوم ببيانات ميدانية في السوق الليبي.

1.4. مشكلة الدراسة

تتمثل مشكلة الدراسة في محدودية الفهم العلمي الدقيق للتأثير الزمني المتراكم للحملات التسويقية على سلوك المستهلك، ولا سيما فيما يتعلق بمعدلات التحول والولاء. إذ إن غالبية الدراسات السابقة اعتمدت على نماذج تحليلية ثابتة أو مقطعية، تعالج الاستجابة الاستهلاكية في لحظة زمنية واحدة، ولا تعكس بصورة كافية التفاعل التراكمي بين التعرض التسويقي المتكرر والتغير التدريجي في السلوك عبر الزمن. ويترتب على ذلك قصور في تفسير الديناميكيات الفعلية لسلوك المستهلك، خاصة في ظل التحديات المرتبطة بندرة البيانات الزمنية المتسلسلة، وصعوبة قياس الآثار التراكمية طويلة الأمد للحملات التسويقية. (Bainbridge, 2020)

وتزداد حدة هذه الإشكالية في السياق الليبي، حيث يلاحظ محدودية الدراسات التي توظف نماذج ديناميكية كمية لتحليل تطور سلوك المستهلك في الأسواق المحلية، سواء في ما يتعلق بالوعي، أو الاهتمام، أو التحول، أو بناء الولاء. كما تفتقر الأدبيات المتاحة إلى نماذج قادرة على الربط المنهجي بين شدة الحملات التسويقية وتواترها من جهة، والمسار الزمني لاستجابة المستهلك من جهة أخرى، بما يسمح بتفسير التغيرات غير الخطية والتراكمية في السلوك الاستهلاكي.

وعليه، تتمحور مشكلة الدراسة في التساؤل حول مدى كفاءة النماذج الديناميكية القائمة على المعادلات التفاضلية العادية في تفسير وتحليل التأثير الزمني للحملات التسويقية على سلوك المستهلك في السوق الليبي، مقارنةً بالنماذج التقليدية، وفي قدرتها على تقديم توصيف أقرب إلى الواقع ودعم دقة التنبؤات التسويقية الاستراتيجية.

ويُسهّم تناول هذه المشكلة في تقديم إطار تفسيري كمي يعكس الواقع السلوكي للمستهلك الليبي بصورة أدق، ويعزز من فعالية القرارات التسويقية المبنية على التحليل الزمني الديناميكي.

1.5. أسئلة الدراسة

انطلاقاً من مشكلة الدراسة وأهدافها، تسعى هذه الدراسة إلى الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:

ما أثر الحملات التسويقية الرقمية على التطور الزمني لسلوك المستهلك في السوق الليبي، في ضوء

نموذج قائم على المعادلات التفاضلية العادية؟

ويتفرع عن هذا السؤال الرئيس مجموعة من الأسئلة الفرعية على النحو الآتي:

1. كيف يؤثر التعرض للحملات التسويقية من حيث الشدة والتواتر على معدلات التحول والولاء

لدى المستهلك الليبي بمرور الزمن؟

2. ما طبيعة العلاقات الديناميكية التفاعلية بين متغيرات الوعي، والاهتمام، والتحول ضمن

المسار الزمني لسلوك المستهلك؟

3. إلى أي مدى يُظهر المستهلك حساسية تجاه التغيرات في شدة الحملات التسويقية أو توقيتها؟

4. ما السيناريوهات أو الشروط التي تقود إلى استقرار الولاء الاستهلاكي على المدى الطويل وفق

النموذج الديناميكي المقترح؟

وتسهم الإجابة عن هذه الأسئلة في تعميق الفهم العلمي لطبيعة التغير المستمر في السلوك الاستهلاكي، من خلال تجاوز المقاربات التقليدية الثابتة، واعتماد تحليل زمني ديناميكي يعكس الواقع التسويقي بصورة أدق. (Antohi et al., 2022; Marin, 2024)

1.6. فرضيات الدراسة

استنادًا إلى الإطار النظري، ونموذج النمذجة الديناميكية المعتمد في الدراسة، والعلاقات المتوقعة بين المتغيرات الرئيسة: الوعي (A)، الاهتمام (I)، التحول (T)، والولاء (L)، تمت صياغة الفرضيات الآتية بصيغة قابلة للاختبار الكمي:

1. تؤدي زيادة شدة الحملات التسويقية ($P > 0.5$ وحدة/يوم) إلى تسريع ارتفاع مستوى الوعي الاستهلاكي بمعدل ملحوظ، بحيث يحقق الوعي زيادة تُقدَّر بنحو 20% خلال فترة زمنية لا تتجاوز ثلاثة أشهر.
2. يسهم تكرار التعرض للحملات التسويقية ($f > 3$ مرات أسبوعيًا) في تعزيز مستوى الاهتمام بالمحتوى التسويقي بصورة تراكمية، مع معامل استجابة تفاضلي للاهتمام يفوق 0.1.
3. ترفع الحملات ذات الطابع الإقناعي المرتفع (معدل الإقناع > 0.15) معدل التحول من مرحلة الاهتمام إلى الشراء تدريجيًا بنسبة تقارب 15% على المدى المتوسط.
4. تؤدي الحملات التسويقية المستمرة التي يتجاوز زمنها ستة أشهر إلى تعزيز الولاء الاستهلاكي من خلال رفع مستوى الثقة وتحسين التجربة الكلية، بما يقود إلى حالة استقرار ديناميكي لمتغير الولاء. ($dL/dt \approx 0$)

5. تنتج التفاعلات الديناميكية بين متغيرات النموذج أنماطاً سلوكية قابلة للتنبؤ باستخدام

المعادلات التفاضلية العادية، تعكس حالات استقرار أو تقلب في سلوك المستهلك تبعاً

لقوة المدخلات التسويقية وطبيعتها.

1.7. أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق مجموعة من الأهداف الرئيسة من خلال اعتماد منهج كمي ديناميكي قائم على النمذجة الرياضية، بما يسمح بتمثيل التطور الزمني لسلوك المستهلك وتحليل تفاعلاته مع الحملات التسويقية، وذلك على النحو الآتي:

1. تطوير نموذج رياضي ديناميكي يعتمد على المعادلات التفاضلية العادية لوصف كيفية تغير مستويات الوعي، والاهتمام، والتحول، والولاء لدى المستهلك تحت تأثير الحملات التسويقية بمرور الزمن.

2. تحليل أثرشدة الحملات التسويقية وتواترها على ديناميكيات السلوك الاستهلاكي من خلال اختبار سيناريوهات زمنية مختلفة، بما يتيح فهمًا أعمق لأنماط الاستجابة الزمنية للمستهلك (Marin, 2024; Iyappan et al., 2024).

3. قياس درجة حساسية المتغيرات الاستهلاكية الأساسية تجاه المدخلات التسويقية، وتحديد الآليات التي تسهم في توليد الأنماط السلوكية طويلة الأمد، سواء في حالات الاستقرار أو التقلب.

4. تقديم إطار كمي تطبيقي قابل للاستخدام في تقييم فعالية الحملات التسويقية ومقارنة الاستراتيجيات المختلفة، بما يدعم اتخاذ القرار التسويقي المبني على الأدلة العلمية (Chen et al., 2024; Benedetti et al., 2019).

1.8. أهمية الدراسة

أولاً: الأهمية العلمية

تنبع الأهمية العلمية لهذه الدراسة من إسهامها في تطوير الفهم النظري لسلوك المستهلك بوصفه عملية ديناميكية متغيرة عبر الزمن، وذلك من خلال دمج الأطر السلوكية والمعرفية والاجتماعية مع النمذجة الرياضية القائمة على المعادلات التفاضلية العادية. إذ تسهم الدراسة في تجاوز المقاربات التقليدية التي تعالج السلوك الاستهلاكي بصورة خطية أو مقطعية، عبر تقديم إطار تحليلي كمي قادر على تمثيل التفاعلات الزمنية غير الخطية بين متغيرات الوعي، والاهتمام، والتحول، والولاء.

كما تضيف الدراسة قيمة علمية من خلال تطبيق النمذجة الديناميكية في السياق التسويقي، وهو مجال لا يزال محدود التوظيف في الأدبيات العربية، ولا سيما في دراسة تطور السلوك الاستهلاكي على المدى المتوسط والطويل. وتساعد نتائج الدراسة في سد فجوة معرفية تتعلق بضعف التكامل بين النظريات السلوكية والنماذج الرياضية، بما يعزز إمكانات التفسير والتنبؤ في بحوث التسويق المعاصرة، ويفتح المجال أمام دراسات مستقبلية تعتمد المقاربة الديناميكية في تحليل الظواهر التسويقية المختلفة.

ثانياً: الأهمية العملية

تتجلى الأهمية العملية لهذه الدراسة في ما تقدمه من إطار تطبيقي يمكن أن يفيد المسوقين وصناع القرار في تصميم وتقييم الحملات التسويقية بصورة أكثر كفاءة. إذ يتيح النموذج الديناميكي المقترح فهم الكيفية التي تتطور بها استجابة المستهلك للحملات التسويقية بمرور الزمن، بما يساعد على تحسين تخصيص الموارد التسويقية، وتحديد التوقيت والشدة المناسبة للحملات، وتقليل الهدر في الإنفاق الإعلاني.

كما تمكّن نتائج الدراسة المؤسسات من التنبؤ بمسارات التحول والولاء، والكشف عن الفجوات بين مراحل القرار الشرائي، ولا سيما الفجوة بين التحول وبناء الولاء، الأمر الذي يدعم تطوير استراتيجيات طويلة الأمد قائمة على تعزيز تجربة المستهلك وبرامج الولاء. إضافة إلى ذلك، توفر الدراسة أداة تحليلية قابلة للتطبيق في الأسواق المحلية، بما يعزز اتخاذ القرار التسويقي المبني على البيانات والتحليل الكمي، ويسهم في رفع فعالية الحملات التسويقية وتحقيق ميزة تنافسية مستدامة.

1.9. منهجية الدراسة

1.9.1. نوع الدراسة

تنتهي هذه الدراسة إلى الدراسات التطبيقية الكمية، وتهدف إلى تحليل الديناميكية الزمنية لسلوك المستهلك في ظل تأثير الحملات التسويقية الرقمية في السوق الليبي. وتعتمد الدراسة على النمذجة الرياضية الديناميكية باستخدام المعادلات التفاضلية العادية (ODEs) لتمثيل التغير المستمر في المتغيرات الرئيسة للسلوك الاستهلاكي، والمتمثلة في الوعي، والاهتمام، والتحول، والولاء. وتستند الدراسة إلى منهج تكاملي يجمع بين التحليل الوصفي والإحصائي لفهم خصائص السلوك الاستهلاكي واتجاهاته العامة، والتحليل الديناميكي القائم على المحاكاة لتمثيل استجابات النظام التسويقي لسيناريوهات متعددة تتعلق بشدة الحملات التسويقية وتواترها وتوقيتها. ويسهم هذا التكامل المنهجي في استخلاص نتائج كمية دقيقة، ودعم تقديم توصيات تسويقية قائمة على الأدلة العلمية.

وقد تم اختيار المعادلات التفاضلية العادية بوصفها الأداة الأنسب لتحليل سلوك المستهلك في هذه الدراسة، لما تتميز به من قدرة عالية على تمثيل التغيرات الزمنية المستمرة والتفاعلات غير

الخطية بين المتغيرات السلوكية، مقارنة بالنماذج الخطية أو المقطعية التي تعجز عن التقاط الأثر التراكمي طويل الأمد للحملات التسويقية عبر الزمن.

1.9.2. أدوات جمع البيانات

تعتمد الدراسة على مجموعة متكاملة من مصادر البيانات لضمان شمولية التحليل ودقة النتائج، وذلك على النحو الآتي:

1. **البيانات الأولية:** جُمعت البيانات الأولية باستخدام استبيانات مهيكلية مستندة إلى مقاييس معتمدة في الأدبيات السابقة لقياس مستويات الوعي، والاهتمام، والتحول، والولاء لدى المستهلك تجاه الحملات التسويقية الرقمية، إضافة إلى قياس درجة التعرض للحملات من حيث الشدة والتواتر. وتم التحقق من صدق الأداة وثباتها من خلال تحكيم الخبراء وقياس الاتساق الداخلي باستخدام معامل كرونباخ ألفا، الذي تجاوز (0.70)، بما يدل على موثوقية الأداة. ووزعت الاستبيانات إلكترونياً، مع استبعاد الاستجابات غير المكتملة قبل إجراء التحليل الإحصائي والديناميكي.
2. **البيانات الثانوية:** تشمل مراجعة الدراسات السابقة، والمراجع العلمية، والتقارير التسويقية ذات الصلة، والتي استُخدمت لدعم الإطار النظري، وتحديد معالم النموذج الرياضي، وتحليل العلاقات المتوقعة بين المتغيرات.
3. **البيانات الرقمية:** تتضمن بيانات رقمية مرتبطة بالحملات التسويقية، مثل سجلات التفاعل مع الإعلانات الإلكترونية، وعدد المشاهدات، والنقرات، ومؤشرات الأداء الرقمية. وقد جرى تحويل هذه البيانات إلى سلاسل زمنية قابلة للاستخدام كمُدخلات ديناميكية (شدة الحملة وتواترها) ضمن نموذج المعادلات التفاضلية.

4. معالجة البيانات: تم تنظيف البيانات ومراجعتها إحصائيًا للتحقق من خلوها من القيم

المتطرفة أو المفقودة، وضمان توافقها مع متطلبات النمذجة الرياضية والتحليل الديناميكي.

1.9.3. مجتمع وعينة الدراسة

يتكون مجتمع الدراسة من المستهلكين الليبيين الذين تعرضوا لحملات تسويقية رقمية في سوق السلع الاستهلاكية داخل البيئة الحضرية الليبية، ويشمل أفرادًا يتمتعون بتنوع ديموغرافي من حيث العمر، والجنس، والمستوى التعليمي، ومستوى الدخل، بما يعكس تعددية الخصائص السلوكية والاجتماعية للمستهلكين محل الدراسة.

وقد شملت الدراسة مستهلكين حضرين في المدن الليبية الكبرى، ولا سيما طرابلس ومصراتة وبنغازي، باعتبارها المراكز الأكثر نشاطًا من حيث التفاعل مع الحملات التسويقية الرقمية. وتم اختيار عينة عشوائية طبقية مكونة من (500) مستهلك، جرى توزيعهم على فئات عمرية ومستويات تعليم ودخل مختلفة، بما يحقق تمثيلًا متوازنًا لمجتمع الدراسة. ويسهم هذا الحجم العيني في تحقيق مستوى موثوقية إحصائية مرتفع بلغ (95%) مع هامش خطأ مقبول، الأمر الذي يدعم إمكانية تعميم النتائج في إطار الحدود المنهجية للدراسة.

وجرى جمع البيانات من خلال استبيانات إلكترونية تم توزيعها عبر منصات التواصل الاجتماعي والبريد الإلكتروني، مع مراعاة تنوع المشاركين وتمثيلهم لمختلف الفئات الاجتماعية والديموغرافية. كما تم فحص الاستجابات والتحقق من اكتمالها، واستبعاد الاستبيانات غير المكتملة قبل الشروع في التحليل الإحصائي والديناميكي، بما يعزز من دقة النتائج وموثوقيتها.

1.9.4. أساليب تحليل البيانات

تعتمد الدراسة على مزيج متكامل من أساليب التحليل الكمي والديناميكي، وذلك على النحو

الآتي:

1. التحليل الوصفي: استخدام الإحصاءات الوصفية لتلخيص خصائص العينة، وتحديد

المتوسطات والانحرافات المعيارية لمتغيرات الوعي، والاهتمام، والتحول، والولاء، وعرضها في

جداول ومخططات توضيحية.

2. التحليل الإحصائي: توظيف أساليب الانحدار وتحليل الارتباط لاختبار أثر الحملات التسويقية

على المتغيرات السلوكية، إلى جانب اختبار الفرضيات للتحقق من صحة العلاقات المتوقعة

بين المتغيرات.

3. التحليل الديناميكي القائم على المحاكاة (Simulation) : استخدام برامج متخصصة مثل

MATLAB أو Python لمحاكاة نظام المعادلات التفاضلية العادية، واختبار سيناريوهات متعددة

تتعلق بتغير شدة الحملة، وتوقيتها، وطبيعة الرسائل التسويقية. كما أُجري تحليل حساسية

لمعلمات النموذج لفهم استجابة المتغيرات السلوكية، وتحقيق أعلى مستوى من الدقة في

التنبؤ بمسارات التحول والولاء.

يوفر هذا التكامل بين الإطار النظري، والقياس الكمي، والنمذجة الديناميكية إطارًا منهجيًا

متينًا لتحليل الحملات التسويقية بصورة علمية دقيقة، مع إمكانية تطوير النموذج مستقبلاً

لتطبيقات أكثر تعقيدًا في البيئات الرقمية المتقدمة.

1.9.5. تقدير معلمات النموذج ومعايرته

لضمان الصدق التطبيقي للنموذج الديناميكي المقترح، جرى تقدير معلمات نظام المعادلات

التفاضلية باستخدام أسلوب المربعات الصغرى غير الخطية، وذلك بالاستناد إلى البيانات الميدانية

والنتائج الإحصائية. وقد تم اختيار القيم الابتدائية للمعلمات بالاستناد إلى الأدبيات السابقة وتوزيعات البيانات الفعلية، مع إجراء اختبارات متكررة للتحقق من استقرار المعلمات وعدم حساسيتها لتغير شروط البدء، بما يعزز موثوقية النموذج وقابليته للتكرار.

1.10. حدود الدراسة

تنحصر هذه الدراسة ضمن مجموعة من الحدود التي تحدد نطاقها المنهجي والتطبيقي، وذلك على النحو الآتي:

1. **الحدود الموضوعية:** تقتصر الدراسة على نمذجة السلوك الاستهلاكي باستخدام المعادلات

التفاضلية العادية، مع التركيز على تحليل أثر الحملات التسويقية على متغيرات الاستجابة

الأساسية، ولا سيما التحول والولاء، دون التوسع في متغيرات تسويقية أخرى مثل التسعير أو

شدة المنافسة، نظراً لصعوبة عزل هذه العوامل وتأثيرها المتداخل على السلوك الاستهلاكي

(Benedetti et al., 2019).

2. **الحدود المكانية:** تُطبّق الدراسة على السوق الليبي حصراً، بوصفه الإطار الجغرافي للتحليل،

مع مراعاة الخصائص الديموغرافية والسلوكية للمستهلكين داخل هذا السياق المحلي، ودون

تعميم النتائج على أسواق إقليمية أو دولية أخرى.

3. **الحدود الزمانية:** تعتمد الدراسة على بيانات زمنية تغطي الفترة الممتدة من عام 2023 إلى

عام 2025، بهدف تحليل التغيرات الديناميكية في معدلات التحول والولاء خلال هذه المدة،

بما يتيح تتبع الأنماط الزمنية والتأثيرات التراكمية للحملات التسويقية (Iyappan et al.,

2024).

1.11. الجانب النظري

يرتكز الجانب النظري لهذه الدراسة على تحليل سلوك المستهلك بوصفه عملية ديناميكية متغيرة عبر الزمن، تتأثر بتفاعل معقد بين العوامل المعرفية والسلوكية والاجتماعية، إلى جانب المؤثرات التسويقية المرتبطة بالحملات الإعلانية ووسائل الاتصال الحديثة. ويهدف هذا الإطار إلى توضيح الأسس النظرية التي تفسر تطور الاستجابة الاستهلاكية وانتقالها عبر مراحل متعددة تبدأ بالوعي وتنتهي بالولاء.

تشير الأدبيات التسويقية المعاصرة إلى أن سلوك المستهلك لا يمكن تفسيره على أنه استجابة ثابتة أو آنية، بل يمثل مسارًا تراكميًا يتشكل بفعل التعرض المتكرر للمثيرات التسويقية، والتعلم، والخبرة، والتفاعل الاجتماعي (Schiffman & Wisenblit, 2019; Antohi et al., 2022). فالمستهلك يعالج المعلومات الجديدة من خلال عمليات معرفية متتابعة تشمل الانتباه، التفسير، والتقييم، وهي عمليات تتطور بمرور الزمن وتؤثر في قرارات الشراء المستقبلية.

وتُظهر النماذج السلوكية الكلاسيكية أن عملية اتخاذ القرار الاستهلاكي تمر بمراحل مترابطة تبدأ بالوعي بالمنتج أو الخدمة، ثم الاهتمام، يليها التحول إلى الشراء، وتنتهي بتكوين الولاء للعلامة التجارية (Pappas, 2023). وقد أسهم نموذج AIDA ونماذج Hierarchy of Effects في ترسيخ هذا التصور المرحلي، إلا أن هذه النماذج افترضت في كثير من الأحيان مسارًا خطيًا وثابتًا للسلوك، دون مراعاة التأثيرات الزمنية أو التغيرات السياقية المحيطة بالمستهلك.

في المقابل، أوضحت الدراسات الحديثة أن هذه المراحل ليست خطية بالضرورة، بل يمكن أن تتغير ديناميكيًا تبعًا لتكرار التعرض للحملات التسويقية، أو التحولات الاقتصادية والاجتماعية، أو خصائص البيئة الرقمية متعددة القنوات (Danaher & Muller, 2020). فقد يعيد المستهلك تقييم

المنتج أو العلامة التجارية عدة مرات عبر الزمن، مما يؤدي إلى تأثيرات تراكمية أو متناقصة في مستويات الاهتمام والتحول، وفقاً لخصائص الرسالة التسويقية وطبيعة التجربة الاستهلاكية.

وتؤكد أبحاث الاقتصاد السلوكي أهمية العوامل المعرفية والسياقية في تفسير هذا السلوك الديناميكي، مثل دور الانتباه والذاكرة والتأثير الاجتماعي في توجيه القرار الشرائي. فالتعرض المتكرر للرسائل التسويقية المتشابهة يعزز التذكر ويزيد من احتمالية التحول إلى الشراء، في حين تلعب التفاعلات الاجتماعية والتوصيات الرقمية دوراً محورياً في جميع مراحل القرار، بدءاً من الوعي الأولي وصولاً إلى بناء الولاء طويل الأمد. (Aribarg & Schwartz, 2022; Chen et al., 2024)

وفي هذا الإطار، برزت النماذج الرياضية الديناميكية—ولا سيما المعادلات التفاضلية العادية—(ODEs) كأداة تحليلية متقدمة قادرة على تمثيل التغيرات الزمنية المستمرة في متغيرات السلوك الاستهلاكي. إذ تتيح هذه النماذج دراسة تطور مستويات الوعي، والاهتمام، والتحول، والولاء بوصفها دوال زمنية، وتحليل أثر شدة الحملات التسويقية وتواترها على هذه المتغيرات بصورة تراكمية وغير خطية. (Benedetti et al., 2019; Iyappan et al., 2024) كما تسمح باختبار سيناريوهات متعددة تتعلق بالاستقرار أو التقلب السلوكي، وهو ما يصعب تحقيقه باستخدام النماذج المقطعية التقليدية.

وبناءً على ذلك، يوفر هذا الإطار النظري أساساً علمياً متيناً لتبني النمذجة الديناميكية في تحليل سلوك المستهلك، من خلال دمج التصورات المعرفية والسلوكية والاجتماعية مع أدوات رياضية كمية قادرة على تفسير المسار الزمني للاستجابة الاستهلاكية. ويمثل هذا التكامل مدخلاً ضرورياً لفهم أعمق للسلوك الواقعي للمستهلك، ودعم تطوير نماذج تفسيرية وتنبؤية أكثر دقة وملاءمة للبيئات التسويقية المعاصرة.

1.11.1 الإطار المفاهيمي والنظريات الأساسية

يرتكز الإطار المفاهيمي لهذه الدراسة على دمج ثلاث مجموعات نظرية رئيسية، هي: النظرية المعرفية، والنظرية السلوكية، والنظرية الاجتماعية، وذلك بغرض تفسير الديناميكيات الزمنية لسلوك المستهلك في ظل تأثير الحملات التسويقية. ويبنى هذا الإطار حول أربعة متغيرات سلوكية أساسية تمثل مراحل الاستجابة الاستهلاكية، وهي: الوعي (A)، الاهتمام (I)، التحول (T)، والولاء (L). ويسعى هذا المدخل التكاملي إلى توضيح طبيعة العلاقات التفاعلية بين هذه المتغيرات، مع الأخذ في الاعتبار التأثيرات المتبادلة بين العوامل الفردية والبيئية والاجتماعية ضمن سياق زمني متغير.

1.8.1.1 النظرية المعرفية

تنطلق النظرية المعرفية من افتراض أن المستهلك يعالج المعلومات التسويقية من خلال سلسلة من العمليات الذهنية المنظمة، تشمل الانتباه، والتمييز، والتفسير، والتقييم، والتي تسهم مجتمعة في تشكيل المعرفة وتوجيه القرارات المستقبلية. (Pappas, 2023) ووفقاً لهذا المنظور، تمثل الحملات التسويقية مدخلات معرفية جديدة يمكن أن ترفع مستوى وعي المستهلك، أو تعيد تشكيل تفضيلاته السابقة، ومن ثم تؤثر في المراحل اللاحقة من السلوك الاستهلاكي، ولا سيما الاهتمام والتحول إلى الشراء.

وتشير الدراسات الحديثة إلى أن الإعلانات التفاعلية والمحتوى الرقمي المرئي يساهمان بدرجة أكبر في تعزيز الوعي مقارنة بالإعلانات التقليدية، نظراً لقدرة الدماغ على معالجة المعلومات المتغيرة والمعقدة بصورة أكثر فاعلية، وهو ما يعكس الطابع الديناميكي للمعالجة المعرفية (Iyappan et al., 2024). كما تؤكد الأبحاث أن التقييم المعرفي المستمر للمعلومات الجديدة يؤدي إلى تفضيلات مرنة ومتغيرة، ما يجعل السلوك الاستهلاكي عملية غير خطية تتطور عبر الزمن.

وفي هذا السياق، تستفيد نماذج المعادلات التفاضلية العادية من الأسس المعرفية في تمثيل معدلات التغير في متغيري الوعي والاهتمام بمرور الوقت، بما يسمح بدراسة كيفية تراكم التأثيرات

التسويقية أو تلاشيها نتيجة التعرض المتكرر للحملات المختلفة، وقياس الأثر الكمي لكل مدخل تسويقي على مراحل التحول والولاء لاحقًا.

1.8.1.2 النظرية السلوكية

تركز النظرية السلوكية على دور التعزيز، والتكرار، والمكافأة في تشكيل سلوك المستهلك، حيث يُنظر إلى السلوك الاستهلاكي بوصفه استجابة مكتسبة ناتجة عن التعرض المتكرر للمنبهات التسويقية، مثل الإعلانات، والعروض الترويجية، والحوافز السعرية. (Schiffman & Wisenblit, 2019) ووفقًا لهذا الإطار، يؤدي تكرار التعرض للحملات التسويقية إلى تعزيز الاهتمام بالمنتج أو العلامة التجارية، وزيادة احتمالية التحول إلى الشراء، في حين تسهم برامج الولاء والمكافآت في ترسيخ الولاء على المدى الطويل.

وتبرز أهمية النظرية السلوكية بصورة خاصة في البيئات الرقمية، حيث تتيح الأدوات الحديثة—مثل الإشعارات الفورية، والتوصيات المخصصة، وبرامج المكافآت—تعزيز الاستجابة السلوكية بشكل مستمر. ويؤدي هذا التعزيز المتدرج إلى نشوء أنماط سلوكية يمكن تمثيلها وتحليلها باستخدام النماذج الرياضية الديناميكية، ولا سيما المعادلات التفاضلية، لدراسة التغيرات الزمنية في مستويات الاهتمام والتحول والولاء.

كما تشير الدراسات إلى أن التكرار المستهدف والمكافآت الملائمة لا تقتصر آثارها على رفع احتمالية الشراء، بل تسهم أيضًا في تحسين استجابة المستهلك للتغيرات المستقبلية في الحملات التسويقية، وهو ما يعكس التأثير التراكمي والتدريجي للعوامل السلوكية.

1.8.1.3 النظرية الاجتماعية

تؤكد النظرية الاجتماعية أن المجتمع والمجموعات المرجعية تمثل عنصرًا حاسمًا في توجيه قرارات المستهلك، لا سيما في البيئات الرقمية التي تعتمد بدرجة كبيرة على التوصيات، والتقييمات، والتفاعلات الاجتماعية. (Pappas, 2023) فقد أظهرت الدراسات أن تأثير الأقران، والمراجعات الإلكترونية، والمجتمعات الافتراضية يمكن أن يعزز أو يحد من فاعلية الحملات التسويقية التقليدية، مما يجعل البعد الاجتماعي متغيرًا جوهريًا في تفسير السلوك الاستهلاكي.

فعلى سبيل المثال، يميل المستهلكون عند تصفح منصات التجارة الإلكترونية إلى تعديل مستويات اهتمامهم وتفضيلاتهم وفقًا لتقييمات وتجارب الآخرين، وهو ما قد يؤدي إلى تسريع التحول إلى الشراء أو، على العكس، إضعافه. كما أن الدعم الاجتماعي الإيجابي يسهم في ترسيخ الولاء للعلامة التجارية، في حين قد تؤدي التفاعلات الاجتماعية السلبية إلى تقويضه، وهو ما يعكس الطبيعة الديناميكية المعقدة للتأثيرات الاجتماعية عبر مختلف مراحل القرار الشرائي.

1.8.1.4 الربط بين المتغيرات الأربع والنظريات

من خلال دمج الأطر المعرفية والسلوكية والاجتماعية، يمكن تصور الإطار المفاهيمي للدراسة بوصفه شبكة ديناميكية مترابطة تربط بين المتغيرات الأربع على النحو الآتي:

- الوعي (A): يتأثر بالمدخلات المعرفية والمعلوماتية الناتجة عن الحملات التسويقية.
- الاهتمام (I): يتشكل بفعل التكرار والتعزيز السلوكي، ويتأثر في الوقت ذاته بالمحفزات الاجتماعية.
- التحول (T): يمثل الانتقال من الاهتمام إلى اتخاذ القرار الشرائي، ويعد نتاجًا تفاعليًا للعوامل المعرفية والسلوكية والاجتماعية مجتمعة.

• **الولاء (L):** يتكون تدريجيًا عبر التعزيز المستمر، والمكافآت، والتفاعلات الاجتماعية.

ويعكس الاستجابة طويلة الأمد للحملات التسويقية.

ويشكل هذا الإطار المفاهيمي الأساس النظري لتطبيق نماذج المعادلات التفاضلية العادية

(ODEs)، حيث يمكن تمثيل كل متغير بوصفه دالة زمنية، وتحليل العلاقات التبادلية فيما بينها،

ودراسة حالات الاستقرار، أو التقلب، أو الاستجابة التراكمية للمدخلات التسويقية المختلفة، بما

ينسجم مع طبيعة السلوك الاستهلاكي الديناميكية.

1.11.2. أهم النماذج والمداخل النظرية

تهدف النماذج النظرية والرياضية في دراسة سلوك المستهلك إلى توفير أطر تفسيرية تساعد

على فهم كيفية تأثر مراحل القرار الشرائي بالحملات التسويقية، وتحليل ديناميكيات التغير في

الاستجابة الاستهلاكية عبر الزمن. ويمكن تصنيف هذه النماذج إلى ثلاث فئات رئيسية، هي: النماذج

التسويقية الكلاسيكية، والنماذج الرياضية الديناميكية، والنماذج الحديثة الموجهة للبيئات

الرقمية.

1.11.2.1. نماذج التسويق الكلاسيكية

تُعد نماذج (AIDA) (Awareness—Interest—Desire—Action) و Hierarchy of Effects من أكثر

الأطر الكلاسيكية شيوعًا في تفسير المسار الذي يمر به المستهلك من مرحلة الوعي بالمنتج أو الخدمة

وصولًا إلى اتخاذ القرار الشرائي. (Kotler & Keller, 2016) وتفترض هذه النماذج أن السلوك الاستهلاكي

يتطور عبر مراحل متتابعة تبدأ بالوعي، ثم الاهتمام، تليها الرغبة، وتنتهي بالفعل الشرائي.

وعلى الرغم من الأهمية التعليمية والإرشادية لهذه النماذج، فإنها تواجه قيودًا منهجية عند تطبيقها على البيئات التسويقية الحديثة، إذ تفترض مسارًا خطيًا وثابتًا للسلوك، وتتجاهل التأثيرات الزمنية المستمرة مثل التكرار، والتغير في شدة الحملات، والتفاعلات الاجتماعية المتزايدة عبر الوسائط الرقمية. كما لا تعالج هذه النماذج التفاعلات المتبادلة بين المتغيرات السلوكية الأساسية، ولا تقدم أدوات كمية تسمح بتقدير تراكم التأثيرات التسويقية أو انحسارها مع مرور الوقت. وبناءً على ذلك، ورغم القيمة النظرية لهذه النماذج، فإن قدرتها على محاكاة السلوك الاستهلاكي الواقعي تظل محدودة في ظل البيئات الديناميكية المعاصرة.

1.11.2.2. النماذج الرياضية الديناميكية

شهدت البحوث التسويقية الحديثة تحولًا ملحوظًا نحو استخدام النماذج الرياضية الديناميكية، ولا سيما تلك المعتمدة على المعادلات التفاضلية العادية (ODEs)، لتمثيل التغيرات المستمرة في متغيرات سلوك المستهلك الأساسية عبر الزمن (Smith & Thompson, 2021) وتمتاز هذه النماذج بقدرتها على تحليل التأثير الزمني لشدة الحملات التسويقية وتواترها، بما يتيح دراسة الاستجابات الفورية والبعيدة المدى في آن واحد. وتُستخدم هذه النماذج في تطبيقات متعددة، من بينها نمذجة انتشار المنتجات الجديدة، وتقييم فعالية الحملات التسويقية، والتنبؤ بالاستجابة المستقبلية للمستهلك قبل تنفيذ الحملات فعليًا (Danaher & Muller, 2020; Benedetti et al., 2019). وقد أظهرت تطبيقات عملية لهذه النماذج أن التحول والولاء لا يتشكلان بصورة آنية، بل يتطوران تدريجيًا في ظل تعزيز متوازن ومستمر، وأن الاهتمام يستجيب بسرعة أكبر للتكرار الزمني للإعلانات المستهدفة.

كما تتيح النماذج الديناميكية تحليل حالات الاستقرار أو التقلب في السلوك الاستهلاكي، واختبار سيناريوهات مختلفة تتعلق بتغيير شدة الحملات أو توقيتها، وهو ما لا يمكن تحقيقه باستخدام النماذج الكلاسيكية أو المقطعية.

1.11.2.3. النماذج الحديثة للبيئات الرقمية

مع التحول الرقمي المتسارع، برزت نماذج حديثة تركز على ديناميكيات سلوك المستهلك في البيئات الرقمية متعددة القنوات (Chen et al., 2024) وتأخذ هذه النماذج في الاعتبار عوامل رقمية مؤثرة، من بينها التفاعل مع الإعلانات المستهدفة، وتأثير تقييمات المستخدمين والمراجعات الإلكترونية، وانتشار المعلومات عبر الشبكات الاجتماعية والمجتمعات الافتراضية.

وتتيح هذه النماذج تحليل الأثر التراكمي للتفاعلات الرقمية على مستويات الوعي والتحول والولاء، كما تساعد في بناء سيناريوهات دقيقة لإدارة الحملات التسويقية بكفاءة أعلى. فعلى سبيل المثال، يمكن توقع كيفية تأثير تكرار التعرض للإعلانات الرقمية أو التوصيات الإيجابية على تعزيز الولاء، وضبط الاستراتيجيات التسويقية بما يضمن استدامة التحفيز وزيادة معدلات التحويل.

كما تسمح هذه النماذج بدمج العوامل المعرفية والسلوكية والاجتماعية في إطار ديناميكي واحد، مما يوفر فهماً أكثر واقعية وتعقيداً لسلوك المستهلك في البيئات الرقمية المعاصرة.

1.11.3. أوجه القصور والفجوات البحثية

على الرغم من التطور الملحوظ في النماذج النظرية والديناميكية لدراسة سلوك المستهلك، فإن الأدبيات الحالية لا تزال تعاني من عدد من أوجه القصور والفجوات البحثية التي تحد من قدرتها على تقديم تفسير شامل ودقيق للسلوك الاستهلاكي عبر الزمن. ويمكن تلخيص أبرز هذه الفجوات فيما يأتي:

أولاً، غياب التكامل النظري، إذ تركز معظم الدراسات على أحد الأبعاد السلوكية—المعرفي أو السلوكي أو الاجتماعي—دون دمج هذه الأبعاد ضمن إطار تفسيري شامل، على الرغم من أن السلوك الاستهلاكي يتشكل نتيجة تفاعلها المشترك.

ثانياً، الاعتماد الواسع على النماذج المقطعية، التي تعالج السلوك الاستهلاكي في لحظة زمنية واحدة، ولا تلتقط التغيرات التدريجية أو التأثيرات التراكمية للحملات التسويقية على متغيرات التحول والولاء. ثالثاً، ندرة التطبيقات العملية للنماذج الرياضية الديناميكية في أسواق حقيقية، حيث اقتصر العديد من الدراسات على محاكاة نظرية أو بيانات محدودة، دون اختبار موسع لتأثير شدة الحملات وتواترها في بيئات تسويقية فعلية.

رابعاً، ضعف تمثيل الأثر التراكمي طويل الأمد للحملات التسويقية، إذ تركز بعض النماذج على التأثير المباشر، متجاهلة التفاعلات الزمنية المعقدة بين الوعي والاهتمام والتحول والولاء.

خامساً، محدودية الدراسات التي تدمج البيانات الرقمية مع النماذج الديناميكية، على الرغم من أن التسويق الرقمي بات يشكل السياق الرئيس لتفاعل المستهلكين مع العلامات التجارية في الوقت الراهن.

وتبرز هذه الفجوات الحاجة إلى تطوير نموذج ديناميكي متكامل يجمع بين الأبعاد المعرفية والسلوكية والاجتماعية، ويمثل التغيرات الزمنية في متغيرات السلوك الاستهلاكي الأساسية، مع مراعاة التأثير التراكمي لشدة الحملات وتواترها في البيانات الرقمية الحديثة. ويبنى هذا الإطار الأساس النظري لتطوير نموذج أكثر واقعية وقابلية للتطبيق، بما يساهم في تعزيز القدرة التنبؤية ودعم اتخاذ القرار التسويقي المبني على أسس علمية.

1.11.4. تبرير اختيار ODEs

تم اختيار المعادلات التفاضلية العادية بوصفها الأداة الأنسب لتحليل سلوك المستهلك في هذه الدراسة، نظرًا لقدرتها على تمثيل التغيرات الزمنية المستمرة والتفاعلات غير الخطية بين المتغيرات السلوكية، مقارنة بالنماذج الخطية أو المقطعية التي تعجز عن التقاط الأثر التراكمي للحملات التسويقية عبر الزمن.

تسهم هذه الدراسة في تطوير النظرية التسويقية من خلال إعادة توصيف سلوك المستهلك بوصفه عملية ديناميكية مستمرة عبر الزمن، وليس مجرد انتقال خطي بين مراحل ثابتة. ومن خلال دمج نموذج تدرج التأثيرات مع إطار المعادلات التفاضلية العادية، تقدم الدراسة مقارنة تفسيرية كمية قادرة على تمثيل العلاقات غير الخطية والتأثيرات التراكمية التي تحكم تطور السلوك الاستهلاكي في البيئات الرقمية.

1.12. الجانب العملي

1.12.1. عرض وتحليل البيانات الإحصائية والرياضية

1.12.1.1. مقدمة عامة لبيانات الدراسة

تمثل بيانات الدراسة الركيزة التطبيقية لتحليل ديناميكية سلوك المستهلك في ضوء النموذج الرياضي المقترح، القائم على المتغيرات السلوكية الأساسية المتمثلة في: الوعي، والاهتمام، والتحول، والولاء. وقد جرى جمع البيانات من عينة بلغ حجمها (500) مستهلك ممن تعرضوا لحملة تسويقية رقمية خلال فترة زمنية امتدت لثلاثة أشهر، بما يتيح تتبع الاستجابة الاستهلاكية ضمن إطار زمني ملائم للتحليل الديناميكي.

واعتمدت الدراسة على استبانة مهيكلية صُممت وفق مقياس ليكرت الخماسي لقياس مستويات المتغيرات السلوكية، إلى جانب متغيرات مستقلة تعكس خصائص الحملات التسويقية، ولا سيما شدة

الحملة (Intensity) وتواتر التعرض (Frequency) كما تضمنت الأداة مجموعة من المتغيرات الديموغرافية، استُخدمت لدعم التحليل الوصفي والمقارن، وتعزيز تفسير الفروق المحتملة في أنماط الاستجابة بين فئات المستهلكين المختلفة.

1.12.1.2 الخصائص الديموغرافية للعينة

تهدف هذه المرحلة إلى توصيف الخصائص الديموغرافية لأفراد العينة، بما يسهم في تحديد درجة تجانسها أو تباينها، ويساعد على تفسير النتائج الإحصائية والرياضية اللاحقة في ضوء السمات السكانية للمستهلكين محل الدراسة. وتشمل هذه الخصائص متغيرات مثل العمر، والجنس، والمستوى التعليمي، والدخل، والتي تعد من العوامل المؤثرة في سلوك المستهلك واستجابته للحملات التسويقية. ويُعد توصيف العينة خطوة أساسية لضمان سلامة التحليل، والتحقق من تمثيل المجتمع المستهدف بصورة مناسبة، فضلاً عن دعم إمكانية تعميم النتائج ضمن حدود الدراسة المحددة.

الجدول 1-9: الخصائص الديموغرافية للعينة

الفئة العمرية	النسبة المئوية	التفسير
18-25	28%	فئة المستهلكين الأعلى تعرضاً للحملات الرقمية
26-40	46%	الأكثر نشاطاً واستقراراً في اتخاذ القرار الشرائي
41-55	21%	أقل تأثيراً نسبياً للحملات الرقمية
أكثر من 55	5%	تأثير محدود بسبب ضعف التفاعل الرقمي

تشير البيانات إلى أن الغالبية من الفئة العمرية 26-40 سنة، وهي الأكثر نشاطاً في التسوق الرقمي، كما تفيد الخبرة المتوسطة والعالية في التعامل مع الحملات الرقمية في تعزيز مصداقية النتائج.

1.12.1.3. التحليل الوصفي للمتغيرات الرئيسية

قُيِّمت متغيرات الوعي، الاهتمام، التحول، والولاء باستخدام مجموعة من البنود التي تم التحقق من صدقها وثباتها، وتم حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية لكل متغير.

الجدول 2-9: الإحصاءات الوصفية للمتغيرات الأربعة (n=500 ، مقياس 5 Likert نقاط)

المتغير	عدد البنود	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري (SD)	Cronbach's α	مستوى الاستجابة
الوعي	5	4.2	0.8	0.89	مرتفع
الاهتمام	6	3.8	0.9	0.87	متوسط - مرتفع
التحول	4	3.2	1.1	0.85	متوسط
الولاء	5	2.9	1.2	0.88	متوسط - منخفض

تم اختبار صدق وثبات المقاييس، وظهرت معدلات الاعتبار الإحصائي (Alpha كرونباخ) فوق 0.8، مما يدل على موثوقية عالية للبيانات.

1.12.1.4. تحليل متغير الوعي

سجل الوعي أعلى متوسط بين المتغيرات (4.2)، مما يعكس تأثير شدة الحملة الاستهدافية. يتفق ذلك مع النظريات المعرفية التي تفيد بتعزيز مستوى الإدراك عبر التعرض الأولي للإعلانات. تدعم هذه النتيجة فرضية أن الحملات الرقمية ترفع الوعي سريعًا خصوصًا حين تستخدم رسائل واضحة وعناصر بصرية جذابة.

1.12.1.5. تحليل متغير الاهتمام

أظهر الاهتمام استجابة إيجابية (3.8)، مع تباين ملحوظ بين الأفراد (انحراف معياري 0.9)، مما يدل على اختلاف استجابة المستهلكين حسب عوامل شخصية مثل الحاجة والملاءمة. يتوافق هذا مع النظرية السلوكية التي تشير إلى حاجة الاهتمام لمحفزات مستمرة لتعزيز التفاعل.

1.12.1.6. تحليل متغير التحول

سجل التحول مستوى متوسط (3.2)، وهو مؤشر عملي على نجاح الحملة الشرائي. يعكس ذلك الحاجة لعناصر إضافية مثل العروض الترويجية والمحتوى المخصص وتجربة مستخدم محسنة. تدعم هذه النتائج فرضيات النموذج الديناميكي بأن التحول يعتمد على التعزيز الزمني للحملة.

1.12.1.7. تحليل متغير الولاء

سجل الولاء أدنى متوسط (2.9)، مع ارتباط معتدل بالتواتر ($r=0.42$ ، $p<0.01$) ويؤكد ذلك أن الولاء كمفهوم طويل الأمد يتطلب فترة زمنية كافية لتراكم الثقة والتجربة الإيجابية مع المنتج. يتطابق هذا مع معادلة النموذج التي تتضمن معاملات بطيئة التغير للولاء.

1.12.1.8. تحليل متغيرات شدة وتواتر الحملة

بما أن الحملة التسويقية هي المدخلات الأساسية في النموذج الديناميكي، فقد تم تحليل شدة الحملة وتواتر ظهورها.

الجدول 3-9: شدة وتواتر الحملة

المتغير	المتوسط	التفسير
شدة الحملة	4.1	تمثل تجارب تعرض قوية وواضحة للحملة
تواتر الحملة	3.7	يعكس التعرض المتكرر خلال فترة زمنية قص

أظهرت التحليلات أن شدة الحملة تؤثر مباشرة على الوعي، في حين يؤثر التواتر بشكل أكبر على التحول والولاء لاحقاً، مما يدعم فرضيات النماذج الرياضية التي تعتمد تراكم تأثيرات زمنية.

1.12.1.9 ملخص تحليلي

تكشف نتائج التحليل الإحصائي والوصفي في هذا الجزء عن مجموعة من الدلالات الجوهرية المتعلقة بديناميكية سلوك المستهلك تحت تأثير الحملات التسويقية، ويمكن تلخيصها على النحو الآتي:

أولاً، أظهرت النتائج نجاح الحملة التسويقية في رفع مستوى الوعي لدى المستهلكين بصورة واضحة، مما يعكس فاعلية الرسائل التسويقية في تحقيق الاستجابة المعرفية الأولية، ويؤكد الدور المحوري للوعي بوصفه المرحلة الأولى في مسار القرار الشرائي.

ثانياً، بيّنت النتائج وجود انتقال إيجابي من مرحلة الوعي إلى مرحلة الاهتمام، إلا أن هذا الانتقال اتسم بدرجة من التباطؤ النسبي، الأمر الذي يشير إلى الحاجة إلى تعزيز مستمر للحملات التسويقية من حيث المحتوى والتكرار لضمان ترسيخ الاهتمام وتحويله إلى استجابة أكثر عمقاً.

ثالثاً، اتضح أن متغيري التحول والولاء كانا الأقل تأثراً بالحملات خلال الفترة المدروسة، وهو ما يتسق مع الطرح النظري الذي ينظر إلى التحول والولاء بوصفهما نتاجاً لتجارب تراكمية ممتدة عبر الزمن، ولا يتحققان بصورة فورية نتيجة التعرض القصير الأمد للحملات التسويقية.

رابعاً، أكدت النتائج أهمية التكرار والتأثير الزمني للحملات في تفسير الفروق بين المتغيرات السلوكية، بما يدعم تبني المعادلات التفاضلية العادية كأداة مناسبة لتحليل ديناميكيات التغير المستمر في السلوك الاستهلاكي، مقارنة بالمقاربات الثابتة.

خامساً، أظهر النموذج الديناميكي المعتمد في الدراسة قدرة تفسيرية وتنبؤية أعلى مقارنة بالنماذج الخطية التقليدية، من خلال تمثيل العلاقات غير الخطية والتفاعلات الزمنية بين المتغيرات، وهو ما

يعزز جدوى استخدام النمذجة الديناميكية في تحليل سلوك المستهلك ودعم القرارات التسويقية الاستراتيجية.

1.13. المناقشة والنتائج

يهدف هذا المبحث إلى مناقشة نتائج الدراسة في ضوء الإطار النظري المعتمد والنموذج الديناميكي القائم على المعادلات التفاضلية العادية، مع إبراز الإسهامات النظرية والتطبيقية التي تقدمها الدراسة، ومقارنتها بصورة نقدية بنتائج الدراسات السابقة ذات الصلة. وتؤكد النتائج أهمية الدمج بين مقاربات التسويق السلوكي الكلاسيكي والنماذج الرياضية الديناميكية المستمرة، بوصفه مدخلاً أكثر قدرة على تفسير تعقيد السلوك الاستهلاكي في البيئات الرقمية المعاصرة.

ولا تقتصر المناقشة في هذا المبحث على عرض العلاقات الإحصائية بين المتغيرات، بل تمتد إلى تفسير الآليات السلوكية والزمنية الكامنة خلف الأنماط المرصودة، ولا سيما الطبيعة غير الخطية للانتقال من الوعي إلى التحول، وبطء تشكّل الولاء بوصفه نتيجة تراكميّة لتجارب استهلاكية ممتدة. ويعكس هذا التوجه التحليلي قدرة النموذج الديناميكي المقترح على التقاط التأثيرات الزمنية المتأخرة والتفاعلات غير الخطية التي تعجز النماذج التقليدية عن تمثيلها بدقة، مما يعزز القيمة التفسيرية والتنبؤية للدراسة.

1.13.1. تفسير النتائج وربطها بالإطار النظري

1.13.1.1. تفسير مستوى الوعي المرتفع

سجل الوعي أعلى متوسطاً ($M=4.2$ ، $SD=0.8$ ، $n=500$)، متفّقاً مع Hierarchy of Effects Model (Lavidge & Steiner, 1961) الذي يُصنّف الوعي كمرحلة أولية سريعة الاستجابة للتعرض الإعلاني.

رياضياً، تُفسر المعادلة $\frac{dA}{dt} = k_p P - \lambda A$ حيث $k_p = 0.15$ (شدة الحملة P)، مع ارتفاع بنسبة 28% رياضياً،

خلال 4 أسابيع (ANOVA $F(3,496)=18.7$ ، $p<0.001$)، منسجماً مع (Kotler & Keller (2016).

1.13.1.2 تفسير مستوى الاهتمام المتوسط – المرتفع

بلغ الاهتمام ($M=3.8$ ($SD=0.9$)) ، مرحلة انتقالية تتطلب معالجة معرفية وفق *Elaboration*

Likelihood Model

(Petty & Cacioppo, 1986) ، حيث يعتمد على الملاءمة الشخصية والمحتوى التفاعلي. في ODEs

$\frac{dI}{dt} = \alpha A - \beta I + \gamma S$ (S = تأثير اجتماعي) يفسر التباين ($r=0.58$ مع التواتر، $p<0.01$)، كما في

حملات الرعاية الرياضية.

1.13.1.3 تفسير مستوى التحول المتوسط

التحول ($M=3.2$ ($SD=1.1$)) يعكس نجاحاً جزئياً، متسقاً مع النظريات السلوكية التي تتطلب حوافز

إضافية (Chen et al., 2024) المعادلة $\frac{dT}{dt} = \delta I - \epsilon T$ تظهر تراكمًا بطيئاً ($r=0.65$ ، $p>0.01$) مع

تحسن 15% بتواتر أسبوعي.

1.13.1.4 تفسير مستوى الولاء المنخفض

الولاء ($M=2.9$ ($SD=1.2$)) أبطأ تغييرًا، يحتاج تجارب متراكمة (Benedetti et al., 2019) $-\frac{dL}{dt} = \zeta T - \eta L$.

يتنبأ باستقرار عند 0.7 بعد 180 يومًا ($R^2=0.82$) ، متوافقاً مع *Hierarchy of Effects* النهائي.

1.13.2.1. المساهمة النظرية

1. دمج *Hierarchy of Effects* مع ODEs يحقق دقة تنبؤية تفوق النماذج الخطية بنسبة 35 %
($R^2=0.82$ vs. 0.47).

2. إبراز الزمن كعامل تراكمي، مدعوماً بـ (Iyappan et al. (2024).

3. إطار هجين يسد فجوة التكامل بين السلوكي والرياضي.

1.13.2.2. المساهمة العملية

1. توقع مسار العميل قبل الحملة (دقة 82%)، يوفر 20-30% ميزانية.

2. تحديد نقاط التسرب (T-L gap: 0.3) لتحسين ROI.

3. إرشاد تخصيص الموارد بناءً على حساسية ODEs.

1.13.3. مقارنة النتائج بالدراسات السابقة

1.13.3.1. اتفاق النتائج مع الأدبيات

تتفق النتائج مع دراسات مثل (Kotler & Keller (2016)، والتي تؤكد أن الوعي هو المتغير الأسرع تأثيراً بالحملات التسويقية.

كما تتفق مع (Chen et al. (2024) فيما يتعلق بتأثير الحملات الرقمية على الاهتمام والتحول، وخصوصاً في بيئات التسويق عبر الوسائط الاجتماعية.

أما تطبيق النماذج الرياضية الديناميكية، فيتفق مع دراسات (Smith & Thompson (2021) و (Benedetti et al. (2019) التي أثبتت أن التأثير التراكمي يعزز التحول لكنه لا يكفي لزيادة الولاء ما لم يترافق مع تجارب إيجابية لاحقة.

1.13.3.2. نقاط الاختلاف

قدمت الدراسة اختلافين أساسيين عن نتائج بعض الدراسات التقليدية:

1. الاهتمام لم يكن مرتفعاً كما تشير بعض الدراسات السابقة - والسبب يعود إلى تشتت

الانتباه في البيئات الرقمية عالية الضوضاء الإعلامية.

2. التواتر كان أكثر تأثيراً من الشدة في التحول - خلافاً لبعض النماذج القديمة التي تعتبر

الشدة العامل الأكثر تأثيراً.

يشير هذا الاختلاف إلى تغير سلوك المستهلك المعاصر، الذي أصبح يستجيب للتكرار أكثر من الرسائل القوية غير المتكررة.

خلصت الدراسة إلى أن سلوك المستهلك يتسم بطابع ديناميكي تراكمي، حيث أظهر النموذج القائم على المعادلات التفاضلية العادية قدرة تفسيرية وتنبؤية مرتفعة في تمثيل التغيرات الزمنية في المتغيرات السلوكية، بلغت ($R^2 = 0.82$) وتؤكد هذه النتيجة تفوق المقاربة الديناميكية على النماذج الخطية التقليدية، كما تعزز الإسهام النظري للدراسة من خلال الدمج المنهجي بين التفسيرات السلوكية والنمذجة الرياضية الكمية. وعلى الصعيد التطبيقي، توفر نتائج الدراسة أدوات تنبؤية فاعلة يمكن توظيفها في تحسين تخطيط الحملات التسويقية ورفع كفاءتها.

كما أبرزت النتائج أن الحملات التسويقية المستمرة ذات التواتر المنتظم تتفوق على الحملات المكثفة قصيرة الأمد في قدرتها على تعزيز التحول وبناء الولاء على المدى الطويل، لا سيما في البيئات الرقمية. ويتربط على ذلك إعادة توجيه الاستراتيجيات التسويقية نحو التركيز على تكرار التعرض المنتظم للحملات، مع إيلاء اهتمام خاص لمراحل ما بعد الشراء، بما يساهم في تقليص فجوة التحول-الولاء وتعظيم القيمة طويلة الأجل للعميل، وإعادة صياغة ممارسات التسويق الرياضي بما يتواءم مع الطبيعة التراكمية لسلوك المستهلك.

1.14. الاستنتاجات والتوصيات

1.14.1. الاستنتاجات

1.14.1.1. الاستنتاجات النظرية:

تؤكد نتائج الدراسة عدة استنتاجات نظرية جوهرية تسهم في تعميق فهم ديناميكية سلوك المستهلك، وخاصة في السياقات الرقمية:

1. السلوك الاستهلاكي يتسم بالطابع الديناميكي التراكمي، وليس الخطّي، حيث توضح نتائج النموذج المستند إلى المعادلات التفاضلية تغير المتغيرات السلوكية (الوعي، الاهتمام، التحول، الولاء) بمرور الزمن وفق تأثير شدة وتواتر الحملات التسويقية، مما يدعم فرضية أن عملية اتخاذ القرار مستمرة ومتغيرة وليست لحظية.
2. الوعي هو المتغير الأسرع استجابة للحملات، وهو ما يتفق مع نماذج التسويق التقليدية مثل *AIDA* و *Hierarchy of Effects*، لكن الدمج الديناميكي يوفر دقة أكبر في متابعة سرعة التغير مقارنة بباقي المتغيرات.
3. متغيرات الاهتمام والتحول تظهر استجابة متوسطة حيث يحتاج الانتقال من الاهتمام إلى التحول لعوامل إضافية تتجاوز الرسائل الإعلامية، منها جودة المحتوى والتجربة السابقة والثقة في العلامة التجارية.
4. الولاء هو الأكثر بطئاً في التكوّن والتأثير، حيث لا يتشكل فقط نتيجة الحملة الإعلانية بل يتطلب تجارب استخدام متراكمة، ما يؤيد النظريات التي تنظر إلى الولاء كنتيجة لعلاقة طويلة المدى بين المستهلك والعلامة.

5. توفر النماذج الرياضية الديناميكية تفسيرًا أكثر دقة وشمولية لسلوك المستهلك مقارنة بالنماذج التقليدية، من خلال تمثيل العلاقات غير الخطية وتحديد نقاط التحسن الممكنة في مسار العميل.

1.14.1.2 الاستنتاجات العملية:

1. الحملات التي تتسم بالتواتر المنتظم والتكرار المدروس أكثر فاعلية من الحملات القصيرة القوية، إذ يحفز التكرار المستمر الاهتمام ويساعد على زيادة فرص التحول.
 2. المحتوى الموجه ذكيًا خصوصًا في البيئات الرقمية التي تعتمد على الاستهداف الذكي يعزز بفعالية مراحل الاهتمام والتحول.
 3. وجود فجوة بين مراحل التحول والولاء يشير إلى الحاجة لتحسين تجربة ما بعد الشراء وبرامج الولاء.
 4. يُعد التحول مرحلة بداية لتطوير الولاء، ويستلزم توسيع استراتيجيات الشركات لتشمل رعاية العميل لما بعد الشراء.
 5. يوفر التحليل الديناميكي للبيانات مؤشرات تنبؤية دقيقة لتوقع مستويات التحول والولاء استنادًا إلى سيناريوهات الحملات التسويقية المتنوعة.
- على الرغم من الإسهامات العلمية والتطبيقية للدراسة، فإنها تخضع لعدد من الحدود، من أبرزها اقتصار التطبيق على سوق ناشئ واحد، وعدم تضمين متغيرات خارجية مثل شدة المنافسة أو سياسات التسعير. وتقترح الدراسات المستقبلية توسيع النموذج ليشمل بيانات طويلة متعددة الأسواق، أو دمج تقنيات التعلم الآلي مع النماذج الديناميكية لتعزيز القدرة التنبؤية.

1.14.2 التوصيات

1.14.2.1 التوصيات العملية والسياساتية:

1. تعزيز حملات التسويق الرقمي المستمر عبر قنوات متعددة ليتم ضمان تكرار الظهور وزيادة معدلات الاهتمام والتحول.
2. تبني استراتيجيات محتوى مخصص وذكي تعتمد على تحليل سلوك المستهلك وتقسيمه بناءً على الاهتمامات الفعلية.
3. تصميم وتطبيق برامج ولاء فعالة تعتمد على المكافآت التدريجية، نقاط الاستخدام، والخصومات الموجهة لسد الفجوات بين مراحل التحول والولاء.
4. تحسين تجربة ما بعد البيع لضمان جودة الخدمة، سرعة الدعم، وقنوات التواصل المستمرة.
5. الاعتماد على النماذج الرياضية الديناميكية لتخطيط الحملات مما يمكن من تقدير أثر السياسات التسويقية قبل التنفيذ، ما يقلل المخاطر ويعزز العوائد.
6. الاستثمار في تطوير قدرات تحليل البيانات وتعزيز استخدامها في اتخاذ القرارات التسويقية المبنية على مؤشرات تنبؤية دقيقة.
7. تطبيق قياسات دورية لسلوك المتغيرات الأربعة لرصد تطور مسار المستهلك وإعادة تعديل الحملات التسويقية حسب التغيرات المستجدة.

1.14.2.2 مقترحات لدراسات مستقبلية:

1. دمج المتغيرات النفسية مثل الدافعية والانخراط لدراسة تأثيرها على مراحل الاهتمام والتحول.
2. توسيع النماذج لتشمل عوامل خارجية مثل المنافسة، تغير الأسعار، السمعة الرقمية، والتقييمات عبر الإنترنت.
3. إجراء دراسات طولية لرصد تطور الولاء على مدى فترات طويلة.

4. اختبار النموذج على قطاعات متعددة مثل التكنولوجيا، السلع الاستهلاكية، السياحة، والتعليم الإلكتروني.

5. دمج الذكاء الاصطناعي مع النماذج الديناميكية لتطوير نماذج تنبؤية هجينة تعزز دقة محاكاة السيناريوهات التسويقية.

6. دراسة تأثير الحملات متعددة القنوات الرقمية والتقليدية على مسار المستهلك لضبط الاستراتيجيات التسويقية.

7. تطوير نماذج ديناميكية خاصة ببرامج الولاء لفهم تطورها عبر مراحل زمنية متعددة وعلاقتها بمستوى رضا العملاء.

تتمثل القيمة المضافة لهذه الدراسة في تقديم نموذج ديناميكي تطبيقي يجمع بين البيانات الميدانية والنمذجة الرياضية، بما يتيح التنبؤ بمسارات سلوك المستهلك قبل تنفيذ الحملات التسويقية، وهو ما يشكل انتقالاً من التحليل الوصفي إلى التحليل الاستباقي الداعم لصنع القرار التسويقي.

1.14.2.3. الخاتمة

تؤكد نتائج الدراسة أن سلوك المستهلك عملية ديناميكية تراكمية تتطلب أدوات تحليل زمنية متقدمة لفهمها بدقة. وقد أثبتت النمذجة القائمة على المعادلات التفاضلية العادية قدرتها على تفسير التغيرات السلوكية والتنبؤ بمسارات التحول والولاء بكفاءة أعلى من النماذج التقليدية. وتفتح هذه النتائج آفاقاً بحثية وتطبيقية واسعة لتطوير استراتيجيات تسويقية أكثر فاعلية في البيئات الرقمية، ولا سيما في الأسواق الناشئة.

1. Aribarg, A., & Schwartz, E. (2022). *Attention, memory, and decision-making in digital advertising*. Journal of Consumer Psychology, 32(4), 589–605.
2. Bainbridge, J. (2020). *Understanding consumer response patterns: A temporal marketing perspective*. Marketing Science Review, 28(1), 44–59.
3. Benedetti, F., Naticchioni, G., & Tagliani, A. (2019). *Modelling consumer awareness and conversion using differential equations*. Journal of Theoretical Marketing, 7(3), 201–219.
4. Chen, L., Wu, Y., & Zhang, H. (2024). *Digital consumer pathways in dynamic online environments: A multichannel ODE approach*. Journal of Interactive Marketing, 58, 120–137.
5. Danaher, P., & Muller, E. (2020). *Modeling advertising dynamics in competitive environments*. Marketing Science, 39(5), 915–934.
6. Iyappan, A., Kumar, S., & Ramasamy, D. (2024). *Dynamic modeling of consumer engagement with digital advertising using ODE systems*. International Journal of Digital Marketing Analytics, 12(1), 33–52.
7. Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing Management* (15th ed.). Pearson.
8. Liu, H., Zhang, X., & Choi, J. (2022). *Drivers of consumer response: Cognitive, social, and marketing determinants*. Journal of Consumer Research, 49(3), 455–472.
9. Marin, A. (2023). *Temporal marketing models: A dynamic systems approach*. European Journal of Marketing Analytics, 14(4), 221–243.
10. Marin, A. (2024). *Dynamic modeling of marketing campaigns and consumer conversion using ODEs*. Journal of Quantitative Marketing Systems, 16(2), 89–104.

- Pappas, I. (2023). *Cognitive and social foundations of consumer decision-making in digital settings*. Journal of Consumer Behavior, 22(1), 35–52. .11
- Schiffman, L., & Wisenblit, J. (2019). *Consumer Behavior* (12th ed.). .12 Pearson.
- Smith, J., & Thompson, R. (2021). *Dynamic mathematical models in marketing strategy: An ODE-based review*. Marketing Modeling Review, 11(2), 101–130. .13
- Sterman, J. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. McGraw-Hill. .14
- Venkatesan, R., Farris, P., & Wilcox, R. (2007). *Understanding long-term effects of marketing actions*. Journal of Marketing Research, 44(4), 617–629. .15
- Chatterjee, P., Hoffman, D., & Novak, T. (2020). *Consumer response to digital campaigns: A dynamic analysis*. Journal of Interactive Marketing, 51, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.intmar.2020.01.003> .16
- Chatterjee, P., Kar, A., & Singh, R. (2020). *Dynamic consumer response modeling using ODEs*. Journal of Consumer Behavior, 19(5), 456–471. <https://doi.org/10.1002/cb.1837> .17
- Danaher, P. J., & Muller, E. (2020). *Continuous-time models for marketing dynamics: An overview*. International Journal of Research in Marketing, 37(1), 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2019.06.002> .18
- Hair, J. F., Wolfinbarger, M., Money, A. H., Samouel, P., & Page, M. J. (2022). *Essentials of business research methods* (4th ed.). Routledge. .19
- Hair, J. F., Wolfinbarger, M., Money, A. H., Samouel, P., & Page, M. J. (2022). *Essentials of marketing research* (6th ed.). McGraw-Hill Education. .20

- Kumar, V., & George, M. (2007). *Measuring and maximizing customer lifetime value*. Journal of Marketing, 71(3), 1–18.
<https://doi.org/10.1509/jmkg.71.3.1>
- Kumar, V., & George, M. (2007). *Measuring marketing's impact: An empirical study of customer response*. Journal of Marketing Research, 44(4), 482–499. <https://doi.org/10.1509/jmkr.44.4.482>
- Oliver, R. L. (2014). *Satisfaction & loyalty in marketing research* (2nd ed.). Routledge.
- Oliver, R. L. (2014). *Satisfaction: A behavioral perspective on the consumer* (2nd ed.). Routledge.
- Pappas, I. O. (2023). *Digital consumer behavior: Theory and practice*. Journal of Retailing and Consumer Services, 70, 103141.
<https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2022.103141>
- Sethi, S. P., & Thompson, G. L. (2000). *Optimal control theory: Applications to management science and economics* (2nd ed.). Kluwer Academic Publishers.
- Venkatesan, R., Kumar, V., & Bohling, T. (2007). *Dynamic models of customer behavior*. Journal of Interactive Marketing, 21(2), 24–38.
<https://doi.org/10.1002/dir.20072>