# المحور الخامس: تسويق الخدمة: نظرية خطوط الانتظار

## مفهوم خطوط الانتظار

أسلوب خطوط الانتظار هو أسلوب علمي يُستخدم لحل مشاكل تقديم وتسويق السلع والخدمات في صالح كل من المستفيد منها، سواء كان الزبون أو مقدم الخدمة أو المنظمة الإنتاجية أو الخدمية. يعتمد هذا الأسلوب على افتراضات وعمليات حسابية، وعلاقات سببية بين العوامل الداخلية لتركيب نظام الانتظار. يتكون هذا النظام من مجموعة من الزبائن ومجموعة من مقدمي الخدمة، ويتضمن معدل وصول معين للزبائن وتقديم الخدمة أو السلعة لهم. تنشأ مشكلة صفوف الانتظار عندما يكون معدل وصول الزبائن أسرع من معدل أداء الخدمة، أو عندما يكون معدل أداء الخدمة أسرع من معدل وصول الزبائن. في كلا الحالتين، يترتب على هذه المشكلة تكاليف تستدعي دراستها لتقليلها إلى أدنى مستوى ممكن.3.8 نظام خطوط الانتظار

ان نظام خطوط الانتظار يبنى على العناصر الأساسية التالية:

1 - انماط وصول الزبائن إلى موقع تقديم الخدمة

2 - الوقت اللازم لتقديم الخدمة

3 - عدد مواقع تقديم الخدمة في النظام

4 - الطاقة الاستيعابية لمكان تقديم الخدمة للزبائن.

5 - الترتيب الذي يخدم بموجبه الزبائن. وفيما يلي توضيح لكل واحد من هذه العناصر.

## أولاً: أنماط وصول الزبائن:

تشير إلى كيفية وصول العملاء إلى مكان الخدمة، سواء كانوا فرادى أو كمجموعات. يتم تحديد هذه الأنماط بناءً على الزمن المستغرق بين وصول عميل وآخر، ويتبع توزيع احتمالي يسمى توزيع بواسون. يعتمد هذا التوزيع على الفترة الزمنية بين عمليات الوصول، حيث قد تكون هذه الفترة ثابتة أو متغيرة بشكل عشوائي وفقًا لتوزيع احتمالي معروف.

تُقسم أنماط وصول الزبائن بشكل عام إلى نوعين:

1. الأسلوب المنظم: يشبه الطريقة المستخدمة في الخطوط الإنتاجية حيث يحدث وصول العملاء بشكل منظم ومنظم.

2. الأسلوب العشوائي: يتعلق بوصول العملاء بشكل عشوائي، وهذا يعتبر الحالة الأكثر أهمية حيث يتسبب في ظهور مشكلات صفوف الانتظار.

**ثانياً: الوقت اللازم لتقديم الخدمة**، وهو الفترة الزمنية المطلوبة لمقدم الخدمة لتقديم الخدمة لأحد الزبائن. يمكن أن يكون هذا الزمن ثابتًا أو متغيرًا عشوائيًا، حيث يتبع غالبًا توزيع احتمالي يعرف باسم "التوزيع الأسي"، ويتميز بطبيعته الاحتمالية على أساس أن أوقات تقديم الخدمة هي مستقلة عن بعضها البعض.

**ثالثاً: عدد مو اقع الخدمة في النظام**: يتوقف على عدد الزبائن الذين يطلبون الخدمة ويصلون إلى مواقع الخدمة في فترات زمنية محددة، سواء كانت هذه الفترات ثابتة أو عشوائية. يتأثر أيضًا عدد مواقع الخدمة بوجود عدد من محطات تقديم الخدمة.

**رابعاً : الطاقة الاستيعابية**: للمكان الذي يتم منه تسويق الخدمة تعني الحد الأقصى لعدد الزبائن الذي يُسمح له بالتواجد في المكان في نفس الوقت، سواء كانوا في مرحلة الخدمة أو في مرحلة الانتظار. يتم تحديدها بناءً على القدرة الاستيعابية لنظام مكان الخدمة، سواء كانت هذه القدرة محدودة أو غير محدودة.

خامساً: الترتيب الذي يخدم بموجبه الزبائن، ويعرف ايضاً بأساس تقديم الخدمة ويقسم الى نوعين:

1 - الحالات المنظمة التي تتسم بالترتيب وفقاً لقاعدة علمية واضحة وتقسم الى ما يلي:

أ - من يدخل اولاً يحصل على الخدمة اولاً (FCFS) وهو الاكثر شيوعاً في الحياة العملية كما هو الحال في مخازن الأسواق المركزية حيث يحصل الزبون القادم اولاً على الخدمة ومن ثم الذي يليه وهكذا .

ب - من يدخل آخراً يحصل على الخدمة اولاً (LCFS) وتظهر هذه الحالة في عملية سحب المواد من المخازن بعكس الترتيب الذي بموجبه يتم تخزين هذه المواد، بحيث ان المواد التي دخلت آخراً تسحب اولاً .

2 - الحالات غير المنظمة لتقديم الخدمة، وتشمل هذه على ما يلي:

أ - الحالات غير المنظمة بشكل لا ارادي كما هو الحال في تجميع الزبائن امام شباك التذاكر لمنظمة أعمال معينة للحصول على خدمة.

ب - الحالات غير المنظمة بشكل مقصود لتقديم الخدمة، كما هو الحال في تقديم الخدمة ذات اسبقية معينة تمليها ظروف استثنائية طارئة كما هو الحال في تقديم الخدمات في العيادة الخارجية لمستشفى الطوارىء، حيث تسري قاعدة الانتظار حسب الحالة المرضية، بحيث أن من كانت حالته المرضية خطيرة يأخذ الخدمة قبل من كانت حالته اقل خطورة وهكذا .

اضافة الى ما تقدم من شرح لعناصر نظام خطوط الانتظار لا بد لنا ايضا من التعرف على اهمية الافتراضات التي تحكم النظام المذكور وهي:

1 - ان عدد الزبائن الذين يدخلون نظام خطوط الانتظار يتكون من عدد لا نهائي من طالبي الخدمة.

2 - يصل الزبائن طالبي الخدمة الى نظام خطوط الانتظار بشكل افراد وليس جماعات.

3 - السياسة التي تحكم نظام تقديم الخدمة تتسم بالترتيب كما اشرنا اليه اعلاه) بحيث ان الواصل اولا يخدم اولا .

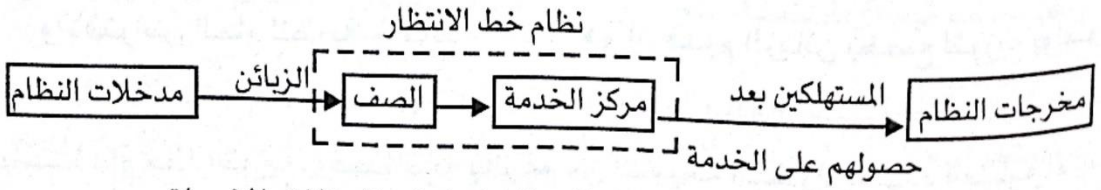
4 - ان الزبائن طالبي الخدمة لا يفقدون دورهم بسبب طول خط الانتظار.

5 - توجد اماكن كافية لاستيعاب جميع الزبائن الذين يقفون في خط الانتظار.

6 - ان متوسط معدلات الوصول ومتوسط معدلات الخدمة لا يتغير بتغير الزمن.

## نظام خطوط الانتظار

ان نظام خطوط الانتظار يمكن ان يفسر بانه قائم على اساس المدخلات والمخرجات بالاضافة الى نظام خط الانتظار الذي ترتبط به هذه المدخلات والمخرجات، حيث يلاحظ من الشكل رقم (48) ان النظام قائم على اساس عرض لكل ما يتعلق بتقديم الخدمة Ser- vice Mechanism حيث بعد ان يحصل المستهلك او الزبون على الخدمة المطلوبة يغادر النظام، كما هو مبين في الشكل المذكور.




مكونات نموذج خط الانتظار على اساس المدخلات والمخرجات

نتبين من الشكل اعلاه ان المكونات الاساسية لنماذج خطوط الانتظار هي:

1 - مدخلات النظام

2 - الصف (خط الانتظار)

3 - مركز الخدمة.

-4 مخرجات النظام (وهم المستهلكين).

إن البداية المهمة لنموذج خطوط الأنتظار تنطلق من مدخلات النظام ويسمى ايضاً جمهور الخدمة، وهي عبارة عن الزبائن المحتملين للنظام ، وتتصف مدخلات النظام بالمؤشرات الرئيسة التالية : الحجم ونمط القدوم وسلوك القادمين وهم المستهلكين بكافة فئاتهم.

### حجم جمهور الخدمة او الزبائن

حجم جمهور الخدمة يُعرف بأنه الإجمالي لعدد الزبائن الذين قد يحتاجون إلى الخدمة، سواء كان ذلك عدد المرضى المتوقعين في منطقة العمل الطبي، أو الآلات التي تخضع لصيانة في ورشة الفنيين، أو عدد الزبائن الذين يتعاملون مع البنك. يمكن تصنيف حجم جمهور الخدمة بشكل عام إلى محدود أو غير محدود. يستند معظم نماذج خطوط الانتظار إلى فرضية وجود جمهور خدمة غير محدود، حيث يكون عدد الزبائن في خط

الانتظار يؤثر مباشرة على عدد الزبائن المتوقعين في نفس اللحظة. ومع ذلك، يلجأ إلى افتراض وجود جمهور خدمة محدد في حال تأثير عدد الزبائن الحاليين في خط الانتظار بشكل مباشر على معدل توليد الزبائن الجدد.

### 2 - نمط القدوم Arrival Pattern:

نمط وصول الزبائن يعبر عن الآلية التي تدير عملية إحداث الحاجة للخدمة وبالتالي وصول الزبائن إليها. ونظرًا للطبيعة العشوائية لهذه العملية، يصعب التنبؤ بها بدقة، لذلك يعتمد على التوزيعات الاحتمالية. يفترض عمومًا في نظرية خطوط الانتظار أن وصول الزبائن يتبع توزيع بواسون، حيث يُقدر عدد الزبائن الذين قد يصلون في فترة زمنية معينة باستخدام هذا التوزيع. على الرغم من التعقيد العشوائي للعملية، يُفترض أن يكون هناك نمط معين (توزيع بواسون) يحدد احتمالية وقوع وصول الزبائن في فترة زمنية محددة، ويستند هذا التوزيع على معدل متوسط ثابت، بغض النظر عن عدد الأفراد في الصف. ويحدد التوزيع البواسوني نمط الوصول بافتراض ثابت لا يعتمد على الزمن او طول خط الانتظار او على اي خاصية عشوائية له فهو يحدد احتمال حدوث وصول الزبائن في فترة زمنية معينة بالعلاقة التالية

$$P\{t,t+\Delta t\} = \lambda \Delta t$$

وتكون هذه العلاقة صحيحة عندما تقترب $\Delta t$ نحو الصفر (تكون صغيرة جداً). ويسمى خط الانتظار الذي يتم فيه الوصول تبعاً للعلاقة أعلاه بخط وصول بواسون أما قانون توزيع بواسون فهو كما يلي:

حيث:

$$P(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$$

x!

λ: معدل الوصول الوسطي (متوسط عدد الزبائن الذين يصلون خلال فترة زمنية **محددة)**

x : عدد الزبائن الذين يصلون في لحظة زمنية معينة.

e : العدد اللوغاريتمي الطبيعي وقيمته 2.71828

x! : القيمة العاملية للمتغير x مضروب (x).

وتعني هذه العلاقة احتمال وصول عدد X زبوناً في فترة زمنية معينة، استناداً الى معدل الوصول الى النظام . فمثلاً اذا كان معدل الوصول هو 6 زبائن في الساعة فإن احتمال وصول ثلاثة زبائن فقط في ساعة معينة يكون على النحو التالي:

$$P(3) = \frac{6^3 e^{-6}}{3!} = 216\ (0.002) / (3)\ (2)\ (1) = 0.072$$

ويتم حساب قيم e باستخدام الجداول الاحصائية وهكذا فإن احتمال قدوم ثلاثة زبائن هو 0.072 .

## الرموزوالنماذج الرياضية لخطوط الانتظار

من اجل صياغة النماذج الرياضية لخطوط الانتظار يتطلب الامر في البداية عرض الرموز والتعاريف التالية:

n = عدد الوحدات الزبائن) في النظام.

λ= معدل وصول الزبائن في وحدة الزمن

m = معدل تقديم الخدمة للزبون في وحدة الزمن وعلى هذا الاساس فان النماذج الرياضية هي كما يلي:

P = $\frac{\lambda}{m}$ معامل الاستخدام (النظام مشغول).

Po = 1 - $\frac{\lambda}{m}$ معامل عدم الاستخدام (النظام شاغر) ويمكن ان تكتب هذه العلاقة كما يلي:

Po = 1 - P

Pn = $(\frac{\lambda}{m})^n$ (Po) احتمال وجود (n) من الوحدات في النظام ويمكن ان تكتب هذه العلاقة كما يلي

$Pn = (p)^n (po)$

أو $Pn = (p)^n (1-p)$

L = $\frac{\lambda}{m-\lambda}$ عدد الوحدات المتوقع في النظام.

Lq = $\frac{\lambda^2}{m\,(m-\lambda)}$ عدد الوحدات المتوقع في النظام وفي خط الانتظار.

w = $\frac{1}{m-\lambda}$ متوسط الوقت المستغرق في النظام.

Wq=$\frac{\lambda}{m\,(m-\lambda)}$ متوسط الوقت المستغرق في النظام وفي خط الانتظار

## نماذج خطوط الانتظارذات القناة الواحدة

في هكذا نماذج تكون مدخلات النظام وخط الانتظار ومركز تقديم الخدمة والمخرجات هي من مكونات هكذا نظام.

من اجل تطبيق هكذا نظام في معالجة مشاكل تسويق الخدمات لا بد وأن نلاحظ الافتراضات الخاصة بهذه النماذج وهي كما يلي

1 - وجود عدد غير محدود من الزبائن.

2 - قاعدة تقديم الخدمة هي من يصل اولاً يخدم اولاً.

3 - معدل الخدمة m اكبر من معدل الوصول.

ان هذا النموذج يسمى نموذج خطوط الانتظار ذات القناة الواحدة مع اوقات وصول بواسون واوقات الخدمة الاسية ويرمز له بشكل عام (M / M / 1)

**المراجع:**


1. بن لخضر محمد العربي" مدخل الأساليب الكمية في التسويق" دار النشر الجديد 2021
2. حاشي نوري، العقاب محمد، بن خليف طارق، الأساليب الكمية وتطبيقاتها في العلوم الاقتصادية: مسائل وتمارين محلولة، الجزائر : النشر الجامعي الجديد, 2022
3. حسين الطيف السامرائي، الأساليب الكمية في إتخاد القرارات الإدارية، عمان : دار الهلال, 1997
4. راتول محمد، بحوث العمليات، الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية، الطبعة الثانية، 2006.
5. سهيلة عبد الله سعيد، الجديد في الأساليب الكمية وبحوث العمليات، عمان : دار الحامد, 2007
6. عبد الحميد عبد المجيد البلداوي، الأساليب الكمية التطبيقية في إدارة الأعمال، دار وائل لنشر و التوزيع، الأردن،2008
7. محمود جاسم يوسف الصميدعي، يوسف ردينة عثمان، الأساليب الكمية في التسويق، عمان : دار المناهج, 2001
8. موفق أحمد مرزة ، أساسيات الأساليب الكمية في القرارات الإدارية، عمان : دار مجدلاوي للنشر و التوزيع, 2010
9. مؤيد الفضل، مدخل إلى الأساليب الكمية في التسويق: تطبيقات في منظمات الأعمال الإنتاجية والخدمية، عمان : دار المسيرة, 2008
10. النعيمي محمد، طعمة حسن، الإحصاء التطبيقي ، دار وائل للنشر والتوزيع،2008
11. الهيتي, خالد عبد الرحيم مطر، الأساليب الكمية في الإدارة : مدخل القرارات الإدارية- عمان : دار الحامد, 2000
12. يحياوي مفيدة، التقنيات الكمية في ادارة الأعمال: محاضرات وتمارين، عمان : دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع, 2014