وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة زيان عاشور – الجلفة –

كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير

قسم العلوم التجارية

محاضرات في:

الأساليب الكمية في التسويق 1

موجهة لطلبة السنة أولى ماستر

شعبة: علوم تجارية

التخصص: تسويق، تسويق الخدمات

الاعداد:

الدكتور: .عبد الحفيظي أحمد

أستاذ محاضر – ب–

كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير

جامعة الجلفة – الجزائر -

2026/2025

اسم الوحدة: وحدة التعليم المنهجية

الرمز: وت م 1.1

اسم المقياس: الأساليب الكمية في التسويق 1

الرصيد: 05

المعامل: 02

نمط التعليم : حضوري

أهداف التعليم:

- تطبيق الأساليب الكمية في الانشطة التسويقية
- كيفية تطبيقات المكتسبات في الاحصاء و تطبيقات بحوث العمليات في تحويل المتغيرات النوعية في التسويق الى متغيرات كمية يمكن قياسها ة تقييم مدى نجاعتها .

المعارف المسبقة المطلوبة:

أساسيات التسويق، الإحصاء، بحوث العمليات.

طريقة التقييم:

تقيم مستمر + امتحان نهائي ويقاس معدل المادة بالوزن الترجيحي للدروس (60%) والأعمال الموجهة(40%)

محتوى المطبوعة:	
مقدمة:	01
المحور الأول: مدخل للمنهج الكمي في التسويق	02
المحور الثاني: التنبؤ بمبيعات المنتجات الجديدة	08
تمارين مقترحة للحل:	22
المحور الثالث: التخطيط لبرنامج تسويقي: المسار الحرج CPM	23
تمارين مقترحة للحل:	52
المحور الرابع: تسويق الخدمة: نظرية خطوط الانتظار	53
تمارين مقترحة للحل:	67
المحور الخامس: تحليل قناة التوزيع: نماذج النقل والتوزيع	68
تمارين مقترحة للحل:	96
خاتمة:	97
قائمة المراجع:	99

مقدمة

يعد التسويق أحد الركائز الأساسية لنجاح المؤسسة في بيئة الاعمال الحديثة، التي تتطلب اتخاذ قرار تسويقي سليم، فلم تعد الخبرة وحدها تكفي لاختيار البديل الأمثل من بين البدائل المتاحة للمسوق، لذا برزت حاجة ماسة للبحث عن ادوات وأساليب تساعد في تحليل البيانات، وفهم سلوك المستهلك، وتقديم الأداء التسويقي.

ومن هنا ظهرت الأساليب الكمية المستخدمة في التسويق، والمتمثلة في نماذج رياضية وإحصائية تساعد المسوق في تفسير الظاهرة التسويقية وتنبؤ بها، لدعم وتحسين جودة القرار التسويقي،

وتشمل هذه الأساليب: التنبؤ بمبيعات المنتجات الجديدة، التخطيط لبرنامج تسويقي، تسويق الخدمة، تحليل قناة التوزيع.

المحور الأول

مدخل للمنهج الكمي في التسويق

المحور الأول: مدخل للمنهج الكمي في التسويق

تمهيد:

بسبب التطورات التي حصلت في مجال الاتصالات ونظم المعلوماتية وإدارة المعرفة، لم تعد الأساليب التقليدية (المناهج الوصفية أو الوصفية) كافية للحصول على الميزة التنافسية وكسب حلات الصراع والمنافسة في السوق للاستحواذ على أكبر حصة سوقية ممكنة.

ومن هنا جاءت التوجهات نحو اعتماد المنهج الكمي من خلال تطبيق مجموعة من الأساليب الكمية من أجل دعم قرارات المنظمة في ترشيد خطط التسويق والعمل على إيجاد مزيج تسويقي يستند على منهج علمي رشيد.

أولا.مفهوم المنهج الكمي: يعتبر الأسلوب الكمي وسيلة فعالة في ترشيد القرارات الإدارية من حيث الاقتصاد بالجهد والوقت والمورد وتحقيق الحل الأمثل للمشكلات التي قد تظهر في النشاط التسويقي الآخذة بالتزايد والتعقيد بشكل لم يعد بالإمكان الاعتماد على الطرق التقليدية التي تقوم على الخبرة والحدس والبديهة وغيرها[1].

وهو بشكل عام يقوم على المعالجة الكمية لدراسة مشاكل اتخاذ القرار في مجال الإدارة، فالقياس يتطلب ضرورة التعبير الكمي عن العناصر والآليات والعلاقات الداخلة في الأداء طبقا للمبدأ " ما لا يمكن قياسه لا يمكن إدارته والسيطرة عليه"[2]

ويمكن تعريف المنهج الكمي بأنه:"مجموعة الطرق والصيغ والمعدات والنماذج التي تساعد في حل المشكلات على أساس عقلاني"[3].

ويمكن تعريفه على أنه: "النماذج الرياضية التي من خلالها يتم تنظيم كافة مفردات المشكلة الإدارية او الاقتصادية والتعبير عنها بعلاقات رياضية (معادلات)" [4].

ونشير إلى أن الاساليب الكمية لا يمكنها تحقيق العقلانية الكاملة (**Complete Rationality**) حيث ليس بمقدورها التعبير عن كافة عناصر وعوامل المشكلة وخاصة ما تعلق بالمشاعر الإنسانية، لذا اقترح

---

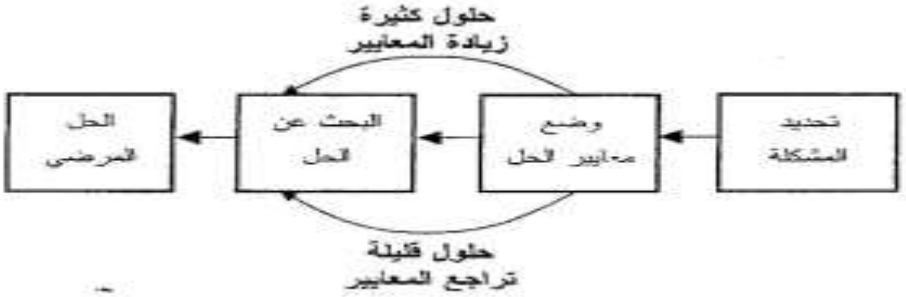
[1] محمد الفاتح محمود بشير المغربي، **الأساليب الكمية في إدارة الأعمال**، دار الجنان للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، الطبعة الأولى، 2017، ص: 07.

[2] بن لخضر محمد العربي، **مدخل إلى الأساليب الكمية في التسويق**، النشر الجامعي الجديد، تلمسان، الجازائر، 2021، ص: 21.

[3] مبروك ساحلي، **دور الأساليب الكمية في تحليل السياسات العامة**، مجلة العلوم الاجتماعية والانسانية، جامعة باتنة، المجلد: 19، العدد: 39، 2018، ص105.

[4] أحمد رجب، **الإدارة وفن اتخاذ القرار**، وكالة الصحافة العربية، مصر، 2023، ص: 125.

H.Simon مفهوم العقلانية المقيدة والتي مفادها أنه ليس هناك رشد مطلق أو أمثلية مطلقة بل هناك رشد وأمثلية محدودة [5] والشكل الموالي يوضح ذلك:



المصدر: مُحَمَّد الفاتح محمود بشير المغربي، **الأساليب الكمية في إدارة الأعمال**، دار الجنان للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، الطبعة الأولى، 2017، ص: 08.

ثانيا. مراحل المنهج الكمي: يتم تطبيق الاسلوب الكمي وفق مراحل متسلسلة ومحددة يمكن توضيحها على النحو الآتي[6]:

1- مرحلة تحديد المشكلة.

2- تحديد الاسلوب الكمي اللازم لمعالجة المشكلة.

3- تسمية عوامل ومتغيرات المشكلة.

4- بناء النموذج الرياضي للمشكلة.

5- حل النموذج واستخراج النتائج النهائية.

وفيما يلي توضيح لكل واحد من هذه المراحل:

1. تحديد المشكلة: حيث يفترض في هذه المرحلة أن يتم بيان طبيعة المشكلة بشكل عام، من حيث كونها مشكلة تتعلق بتعظيم الأرباح أو تخفيض التكاليف مشكلات مختلطة (تعظيم الأرباح وتخفيض التكاليف بأن واحد)

---

[5] مؤيد عبد المحسين الفضل، **الأساليب الكمية والوصفية في تحليل العلاقة التبادلية بين أقسام المنظمة الإنتاجية: بالتطبيق في معمل الألبسة الجاهزة في النجف**، مجلة الغري للعلوم الإقتصادية والإدارية، جامعة الكوفة، المجلد: 05 العدد: 16، العراق، 2010، ص: 121.

[6] https://www.uobabylon.edu.iq/eprints/pubdoc_12_16411_475.docx **consulté le : 21/06/2024**

2. تحديد الأسلوب الكمي اللازم لمعالجة المشكلة: حيث من المعروف أن لكل مشكلة لها أسلوب ملائم لحلها ومن هذه الأساليب (البرمجة الخطية ،نماذج النقل والتخصيص، شبكات العمل، نظرية الألعاب ...وغيرها)

3. تسمية عوامل ومتغيرات الدراسة: والمقصود بذلك تحديد الرموز والفرضيات اللازمة التي على أساسها يمكن بناء صيغة النموذج الرياضي وبما يؤمن التعبير الكامل عن كافة عناصر ومكونات المشكلة.

4.بناء النموذج الرياضي للمشكلة: أي صياغة المشكلة صياغة كمية أو رياضية مناسبة، وتأخذ هذه الصياغة صورا مختلفة حسب طبيعة المشكلة والمعيار المستخدم لاتخاذ القرار، وتتكون أغلب النماذج من ثلاثة عناصر رئيسية:

①.المتغيرات والثوابت: المتغيرات هي الكميات غير المعروفة التي يحددها الحل وتخضع لإدارة متخذ القرار، مثل الكميات المطلوب إنتاجها من منتجات مختلفة، أما الثوابت فهي الكميات المعروفة الثابتة التي يتم عليها تحديد الكميات غير المعروفة أو المتغيرات، مثل كمية المستخدم من مورد معين لإنتاج وحدة واحدة من منتج ما. وبالنسبة للمتغيرات فيمكن تقسيمها إلى قسمين[7]:

أ. **المتغيرات المستقلة:** مجموعة العوامل المؤثرة والمتسببة في المشكلة العامة وتكون هذه المتغيرات في أية علاقة مستقلة التأثير بذاتها، وتنقسم هذه بدورها إلى قسمين:

- متغيرات يمكن التحكم بها (من وجهة نظر متخذي القرار)؛ أي أن متخذ القرار يكون قادرا على تفسير أو تغيير أو تعديل تلك المتغيرات.
- متغيرات لا يمكن التحكم بها (من وجهة نظر متخذ القرار)؛ تشمل هذه المتغيرات عوامل البيئة المختلفة المحيطة والتي لها تأثير في المشكلة، والتي على متخذ القرار أن يأخذها ضمن حساباته دون أن تكون له القدرة على التحكم بها، كذلك تشمل العوامل المؤثرة في المشكلة والتي تتحكم بها أطراف أخرى .

ب. **متغيرات تابعة (غير مستقلة):** تلك المتغيرات التي تعتمد في قيمتها على المتغيرات الناتجة في قيم المتغيرات المستقلة في أية علاقة، وهذه المتغيرات تعكس في العادة مستوى الفعالية للنظام؛ أي أنها تشير إلى مدى جودة إنجازات النظام بالنسبة للهدف.

[7] مبروك ساحلي، **دور الأساليب الكمية في تحليل السياسات العامة**، مجلة العلوم الاجتماعية والإنسانية، جامعة باتنة، المجلد: 19، العدد: 39، 2018، ص 106.

②**القيود (Constraints)**: تمثل المحددات الطبيعية التي تحصر المتغيرات في حدود معينة ويعبر عنها عادة في صورة دوال رياضية.

③**دالة الهدف (Objective function)**: ويرمز لها بالرمز (Z)، يعبر عن فعالية النموذج كدالة في المتغيرات بواسطة دالة الهدف.

5. حل النموذج واستخراج النتائج النهائية: إن عملية الحل تتم إما بشكل يدوي (إذا كانت مشكلة بسيطة) أو باستخدام البرمجيات الجاهزة (إذا كانت مشكلة معقدة).

ثالثا. أنواع النماذج الكمية: يوجد العديد من النماذج والتي يمكن تقسيمها لواحد من النماذج الآتية:

1. **النماذج المشابهة للواقع (Iconic Models)**: هي تمثيل تجسيدي للكائن المدروس حيث تبدو فعلا مشابهة له، وإن كان في كثير من الأحيان لا تطابق الكائن المدروس في الحجم، ومن أمثلة ذلك المجسمات والنماذج الأولية للطائرات والسيارات ومجسم الكرة الأرضية يعتبر مثالا واضحا عن هذا النوع من النماذج، فهو مشابه للكرة الأرضية في الشكل وأحجام القارات والمحيطات[8].

ويتم الاستفادة منها في رؤية الحالة الواقعية بسهولة وبشكل شمولي من خلال النموذج المصغر وميزتها أنها تحقق المطابقة البصرية مع الحالة الواقعية[9].

يعتبر هذا النوع من النماذج الأقل استخداما في التحليل الكمي لصعوبة معالجتها ودراستها قصد التنبؤ، فهي لا تعبر إلا عن حالة سكون بالرغم من بساطتها وتماسكها[10].

2. **النماذج المماثلة (المناظرة) (Analog Models)**: هي نماذج مادية فيزيائية في الشكل ولكنها لا تشبه الأشياء الحقيقية التي تمثلها من الناحية المادية، حيث تستبدل خاصية بأخرى وهي تمكن من تمثيل الوضعيات الديناميكية بشكل ساكن، ومثال على ذلك المسطرة الحاسبة **slider ruler** فهي نموذج مناظر لأنها تستبدل المسافات الفيزيائية بمقادير عددية، وكذلك المضلع التكراري في الإحصاء هو نموذج مناظر لأنه يمثل البيانات بشكل تصويري وأيضا مقياس الحرارة الترمومتر الذي يمثل درجة الحرارة[11].

---

[8] محمد سليماني.، **مرجع سابق**، ص 155.

[9] محمد الفاتح محمود بشير المغربي، **مرجع سابق، ص** 19.

[10] محمد سليماني.، **مرجع سابق**، ص 155.

[11] المرجع السابق، ص 155.

3. **النماذج الرياضية (Symbolye or MaThematical Models)**: يعتبر هذا النوع من النماذج الأهم خاصة بالنسبة للمتخصصين في التحليل الكمي، ويحاول النموذج الرياضي تمثيل حقائق غير رياضية بوسائل رياضية كالمعادلات والمتراجحات وغيرها، هذه النماذج تمكن من ترجمة خصائص وضعية حقيقية إلى رموز رياضية يسهل حلها وتفسيرها وحتى التنبؤ بسلوكها في المستقبل.

رابعا.مواقع تطبيق أساليب المدخل الكمي: تتمثل مجالات تطبيق المدخل الكمي في المؤسسات التالية[12]:

أ. المؤسسات الإنتاجية: هي التي تتخصص في عملية إنتاج وطرح أنواع مختلفة من المنتجات بالإعتماد على ما هو محدد من المواد الأولية الأساسية والمساعدة على بقية عناصر الإنتاج.

ب. المؤسسات التجارية: التي تتخصص في عمليات الوساطة التجارية من خلال الحصول على البضائع والسلع من موردين محليين أو خارجيين وإضافة بعض التحسينات أو التغييرات على هذه البضائع والسلع ومن ثم بيعها للمستهلك بأسعار تضمن لها هامش ربح معقول.

ج. المؤسسات الخدمية: التي تتخصص في عمليات تقديم الخدمة للمستهلكين ويتم تقديم الخدمة من خلال مواقع عمل معينة ومنافذ توزيع يتم تحديدها وفق حسابات موضوعة مسبقا.

[12] أحمد الصيد نسيمة، **أساليب المدخل الكمي وأهميتها في ترشيد القرارات الإدارية**، الملتقى الوطني السادس حول: الاساليب الكمية ودورها في اتخاذ القرارات الإدارية، جامعة سكيكدة، 2009، ص 12.

المحور الثاني

التنبؤ بمبيعات المنتجات الجديدة

تمهيد: إن التنبؤ يمثل حلقة الوصل بين المؤسسة والمحيط الذي تعمل فيه، حيث يتضمن محاولة الكشف عن المستقبل من خلال معرفة المتغيرات المحيطة بما يخدم أهداف المؤسسة، إذ يحتاج إلى الخبرة ودراية ورؤي لدى القائمين بها، من أجل وضع الكثير من الخطط الخاصة بأنشطة المؤسسة كخطط الانتاج والتسويق ... وغيرها.

أولا. مفهوم التنبؤ بمبيعات المنتجات الجديدة: كان التنبؤ بالمبيعات في الماضي مجرد تخمين للمبيعات المتوقعة، وذلك لمحدودية حاجات أفراد المجتمع والانتاج والسوق محصورة في منطقة جغرافية صغيرة جدا، ولكن في الوقت الحاضر أصبح الانتاج على نطاق واسع وتزايد المنافسة وأخذت المؤسسات بتسويق منتجاتها في أسواق عديدة، أدركت المؤسسات قيمة وأهمية البحوث التحليلية التي تتناول دراسة ظروف واحتمالات المستقبل ومدى تأثيرها على المبيعات المحتملة بهدف الوصول إلى تنبؤات قريبة قدر الامكان عن حجم المبيعات المتوقعة[1]. ويعرف التنبؤ بالمبيعات بأنه: إعداد مسبق لمبيعات بالكمية والقيمة مع الأخذ بعين الاعتبار القيود التي تواجه المؤسسة ورد فعل هذه الأخيرة اتجاه تلك القيود[2].

إذن التنبؤ بمبيعات المنتجات الجديدة عملية تقديرية تستخدم لتوقع حجم المبيعات للمنتجات الجديدة في المستقبل، بناء على عدة عوامل، مثل البيانات التاريخية، واختبارات السوق، وآراء الخبراء، والاتجاهات الاقتصادية.

ثانيا. أهمية التنبؤ بمبيعات المنتجات الجديدة: تتيح عملية التنبؤ للمؤسسة معلومات تساعدها في عملية تخطيط الإنتاج والموارد وتحديد الاستراتيجيات التسويقية، واتخاذ قرار صنع المنتجات الجديدة، من خلال[3]:

1. **تحديد حجم الإنتاج:** يساعد في تحديد الكمية المناسبة من المنتجات التي يجب إنتاجها لتلبية الطلب المتوقع، مما يقلل من المخاطر المرتبطة بزيادة أو نقص المخزون.

2. **تخصيص الموارد:** يمكّن الشركات من تخصيص الموارد المالية والبشرية بكفاءة، مثل الموارد اللازمة للدعاية والإعلان والمبيعات.

---

[1] غانم فنجان موسى، محمد صالح، **إدارة الاعلان والمبيعات**، دار الحكمة للطباعة والنشر، الموصل، بغداد، 1990، ص 319,

[2] شناف فريد، **مدخل للموازنة التقديرية للإنتاج**، دار المحمدية، الجزائر، 2002، ص 32.

[3] https://www.google.com/search?

3. **تطوير استراتيجيات تسويقية:** يتيح للشركات تصميم حملات تسويقية فعالة تستهدف العملاء المحتملين بمنتجات جديدة.

4. **تحسين إدارة المخزون:** يساعد في تقليل التكاليف المرتبطة بزيادة أو نقص المخزون، مما يؤثر إيجابياً على الأرباح.

5. **تحديد أسعار المنتجات:** يساعد في تحديد الأسعار المناسبة التي تضمن تحقيق الأرباح مع تحقيق رضا العملاء.

6. **تقييم المخاطر:** يساعد في تقييم المخاطر المحتملة المرتبطة بإطلاق منتج جديد، مثل المخاطر المالية والتسويقية.

ثالثا. طرق التنبؤ بمبيعات المنتجات الجديدة: يمكن تصنيف طرق التنبؤ بمبيعات المنتجات الجديدة إلى:

1. **الطرق التنبؤ النوعية بمبيعات المنتجات الجديدة:** مجموعة من الطرق التي تستخدم للقيام بالتنبؤ عندما لا تتوفر بيانات تاريخية عن الطلب كما هو الحال عند تقديم منتج جديد للسوق، وتعتمد هذه الطرق على الحكمة والتجربة والخبرة الشخصية والحدس[1]، وتتضمن عدة أنواع كالتالي:

أ. **آراء وتقديرات المديرين:** هذه الطريقة بسيطة وغير مكلفة حيث يتم فيها أخذ آراء المديرين داخل المؤسسة مثل مدير الانتاج والتسويق والمالية....إلخ ويعتمد عليها كأساس للتنبؤ، حيث إن هؤلاء المديرين يتمتعون بالخبرة السابقة، وتستخدم في التخطيط طويل الاجل، تطوير منتج جديد، ومن عيوبها سيادة الرأي الواحد على بقية آراء الأفراد الآخرين[2].

[1] أحمد يوسف دودين، **إدارة الانتاج والعمليات**، دار الأكاديميون للنشر والتوزيع، الأردن، 2017، ص 97.

[2] أحمد يوسف دودين، **مرجع سابق**، ص 97.

مثال: طلب مدير عام إحدى المؤسسات من مدير الانتاج والتسويق والمالية تقديم تقديرات حول الطلب على منتج المؤسسة في العام القادم فكانت التقديرات كما يلي:

المدير	الطلب (ألف وحدة)
الانتاج	125
التسويق	160
المالية	100

وفي ضوء خبرة المدير العام فقد اعطى النسب التالية لتقديرات، مدير الانتاج (40%)، مدير التسويق(35%)، مدير المالية (25%)، ويمكن تقدير الطلب للسنة القادمة كما يلي:

(125 × 0,4) + (160× 0,35) + (125× 0,25)= 131 ألف وحدة

ب. **تقديرات رجال البيع (Sales Force Estimates)**: يعد العاملون في المبيعات من اهم المصادر للمعلومات، لأنهم على اتصال مباشر بالسوق، لذلك يمكن الاستفادة من آرائهم حول التقديرات المتوقعة على الطلب للفترة القادمة[1]، ويتم ذلك وفق الخطوات الآتية[2]:

- يتم تقسيم المنطقة الجغرافية السوق المستهدفة) إلى مناطق بيعية، يكون كل مندوب بيع مسؤول عن منطقة بيعية.
- يقوم كل مندوب بيع بتقدير المبيعات التي يتوقع بيعها في منطقته البيعية استناداً إلى خبرته الشخصية في ظل الظروف التي تؤثر على هذه المنطقة.
- يتم تجميع التقديرات لمندوبي البيع من قبل مدير المبيعات في المنطقة الجغرافية، حيث يقوم بمراجعتها وتعديلها في ضوء خبرته الشخصية، فقد يزيد أو يقلل من هذه التقديرات.
- بعد ذلك يقوم مدير المبيعات في المنظمة بتجميع التقديرات المرسلة من مديري المبيعات في المناطق الجغرافية، ثم يقوم بمراجعتها وتعديلها في ضوء خبرته الشخصية للوصول إلى التقدير النهائي للمبيعات.

[1] أحمد يوسف دودين، **مرجع سابق**، ص 98.

[2] حميد الطائي، **إدارة المبيعات: مفاهيم وتطبيقات**، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن، 2009، ص 136.

ومن عيوب هذه الطريقة أن رجال المبيعات قد يتأثرون في التنبؤ بتحيزهم الشخصي، فالمتفائل يميل إلى إجراء تقديرات عالية للطلب بينما المتشائم سيعمل على عكس ذلك، كما أن رجال البيع غير قادرين على التمييز بين رغبات العملاء وحاجاتهم ما يؤدي إلى عدم دقة التنبؤ[1].

ت. **توقعات بناء على مبيعات المنتجات الحالية**: تعد الطريقة الأكثر شيوعًا للتنبؤ بالطلب على منتج جديد بناء على مبيعات المنتجات الحالية هذه الطريقة مفيدة بشكل خاص عندما يكون المنتج الجديد بالفعل نسخة جديدة من منتج موجود ولكن بلون أو حجم أو نكهة مختلفة، في هذه الحالة هناك فرصة جيدة لأن تشبه مبيعات المنتج الجديد مبيعات المنتج الحالي، سواء كان ذلك ملك للمؤسسة أو مبيعات مؤسسة أخرى، هذا صحيح بشكل خاص إذا كانت المؤسسة لا تنوي إجراء أي تغييرات كبيرة على تسويق أو توزيع المنتج. ذلك ومع يصبح التنبؤ بالمبيعات أكثر تعقيدًا عند إطلاق منتج جديد تمامًا، في هذه الحالة، ستحتاج المؤسسة إلى تكريس مزيد من الجهد لأبحاث السوق لمعرفة المزيد عن السوق المحتمل لمنتج الجديد[2].

ث. **بحوث السوق ومسوحات الزبائن**: إن استطلاع آراء الزبائن يمكن أن يمثل مصدرا مهما وحيويا حول الطلب المتوقع(Expected Surveys)، ومن عيوبها تحيز الزبون، ففي حالة القناعة بالمنتج الذي يفضله فإنه يعطي تقديرا واطئا، ضعف استجابة الزبائن لهذه المسوح، كلفة المسوح العالية، الحاجة إلى مهارات متخصصة قادرة على إعداد وتنفيذ المسوحات وبحوث التسويق[3].

ج. **طريقة دالفي (آراء الخبراء)**: طريقة لتجميع الافكار الشخصية لمجموعة من الخبراء، تعتمد على التكرار وذلك من خلال الطلب من الخبراء تقديم تقديرات للطلب على سلعة معينة وبشكل فردي، ثم جمعها ومقارنتها، ثم إعادتها لهم لمراجعتها وتكرار الطريقة لغاية الوصول إلى إجماع[4].

والشكل الموالي يوضح إجراءات طريقة دالفي:

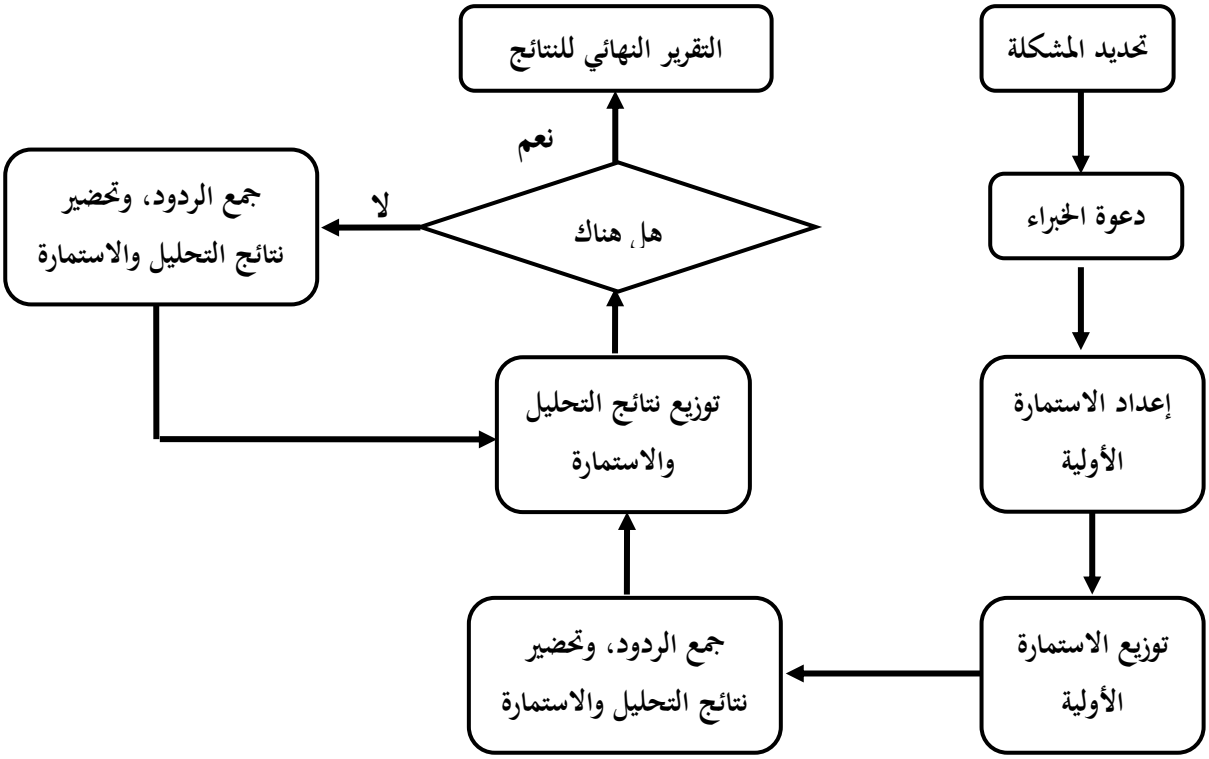
---

[1] أحمد يوسف دودين، **مرجع سابق**، ص 98، 99.

[2] عاشور بدار، محاضرات وتمارين الاساليب الكمية في التسويق، جامعة المسيلة، على الرابط:
https://elearning.univ-msila.dz/moodle/course/view.php?id=11524&lang=fr

[3] حميد الطائي، **مرجع سابق**، ص 137.

[4] سليمان عبيدات، محمود علي سالم، **إدارة العمليات الانتاجية**، الشركة العربية المتحدة للتسويق والتوريدات، القاهرة، ط 01، 2013، ص 138.



المصدر: فضيل دليو، **تقنية دالفي: عملية معيارية واستشرافية متجددة**، مجلة البحوث والدراسات الانسانية، جامعة سكيكدة، المجلد: 16، العدد: 02، 2022،ص 573.

2. الطرق التنبؤ الكمية بمبيعات المنتجات الجديدة: يهدف الأسلوب الكمي إلى تحليل السلاسل الزمنية التي تمثل مجموعة المشاهدات مرتبة زمنيا حسب تسلسل وقوعها، وربما تنطوي السلسلة الزمنية على واحد أو أكثر من العناصر التالية: المتوسط، الاتجاه العام، الأثر الموسمي، الأثر الدوري ....وغيرها[1]، وأهم الطرق الكمية مايلي:

1.2. الطريقة البسيطة (Naive Approach): تعتبر من أسهل الطرق للتنبؤ بالمبيعات وأقلها تكلفة، ولكي يمكن تطبيق هذه الطريقة لابد من معرفة المبيعات التي تحققت في العام الحالي والمبيعات التي تحققت في العام الماضي أو الفترة السابقة[2].

[1] أحمد يوسف دودين، **مرجع سابق**، ص 100.

[2] سماح وليد نجيب، حميد عبد النبي الطائي، **الأساليب الكمية في التسويق**، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2009، ص 207.

مثال: كانت لدى إحدى المؤسسات البيانات التالية:

	الفترة الزمنية	المبيعات الفعلية	قيمة التغير	التنبؤ
(t–1)	2006 العام الماضي	200.000		
(t)	2007 العام الحالي	240.000	40.000+	
(t+1)	2008 العام القادم			288.000

مبيعات العام القادم= مبيعات العام الحالي× $\frac{\text{مبيعات العام الحالي}}{\text{مبيعات العام الماضي}}$

مبيعات (2008)= $240.000 \times \frac{240.000}{200.000} = 288{,}000$

ولكن عيب هذه الطريقة أنها لا تأخذ بتغير الظروف التي يمكن أن تحدث في المستقبل لأنها فقط تعتمد على ما حدث في الماضي وفي الوقت الحاضر[1].

2.2.طريقة المتوسط المتحرك البسيطة (Simple Moving Average): بموجب هذا الأسلوب فإن تنبؤ بالمبيعات لفترة مقبلة يساوي مجموع المبيعات لعدد من الفترات الماضية مقسوماً على عدد تلك الفترات، فلو أردنا إعداد تنبؤ باستخدام أربع فترات ماضية فينبغي إيجاد مجموع المبيعات لتلك الفترات وقسمة المجموع على أربعة[2].

ويعرف المتوسط المتحرك البسيط بأنه: المتوسط الذي يتم تعديله بشكل مستمر مع مرور الفترات الزمنية عن طريق تغيير الأرقام التي يحسب على أساسها، وذلك بإضافة رقم جديد أو حذف رقم جديد، ويتم حسابه كمايلي[3]:

[1] سماح وليد نجيب، حميد عبد النبي الطائي، **مرجع سابق**، ص 207.

[2] أحمد يوسف دودين، **مرجع سابق**، ص 101.

[3] مجيد الكرخي، **تخطيط وتقويم البرامج**، دار المناهج، عمان، الأردن، ط 01، 2013، ص 28–29.

$$SMA_t=\frac{D_{t-1}+D_{t-2}+D_{t-3}+\cdots+D_{t-n}}{n}$$

حيث:

SMA_t: المبيعات المتوقعة للفترة (t)

T: الفترة الزمنية

D_{t-1} : المبيعات الفعلية للفترة السابقة لـ: (t)

D_{t-2}: المبيعات الفعلية للفترة السابقة لـ (t–1) . وهكذا

N: عدد الفترات الزمنية التي يحتسب على أساسها المتوسط المتحرك

مثال: البيانات التالية تبين مبيعات المصابيح الكهربائية للأشهر التالية:

الفترة الزمنية (t)	المبيعات (10^3)	المتوسط المتحرك
1	25	
2	30	
3	32	
4	40	
5	48	32 =4 ÷(25+30+32 +40)
6	58	38 =4 ÷(30+32 +40+48)
7	65	45 =4 ÷(32+40+48 +58)
8	75	53 =4 ÷(40+48+58 +65)

حساب المتوسط المتحرك للفترة الخامسة (t=5):

$$SMA_5=\frac{D_{5-1}+D_{5-2}+D_{5-3}+D_{5-4}}{4}$$

$$SMA_5=\frac{D_4+D_3+D_2+D_1}{4}$$

$$SMA_t=\frac{40+32+30+25}{4}$$

$$SMA_5=32$$

3.2.طريقة المتوسط المتحرك المرجح (Weighted Moving Average): تعتمد هذه الطريقة على إعطاء أوزان نسبية (مرجحة) عن المبيعات الماضية، على أن يكون مجموع الأوزان مساويا لـ (واحد الصحيح) [1]، ويحسب حسب المعادلة التالية[2]:

$$WMA_t = \frac{A_1 D_{t-1} + A_2 D_{t-2} + A_3 D_{t-3} + \cdots + A_n D_{t-n}}{A_1 + A_2 + A_3 + \cdots + A_n}$$

حيث:

WMA_t: المبيعات المتوقعة للفترة (t)

T: الفترة الزمنية

D_{t-1} : المبيعات الفعلية للفترة السابقة لـ: (t)

D_{t-2}: المبيعات الفعلية للفترة السابقة لـ (t–1) . وهكذا

A: الوزن المرجح النسبي

ملاحظة: مجموع الاوزان المرجحة يساوي الواحد الصحيح أي

$$A_1 + A_2 + A_3 + \cdots + A_n = 1$$

[1] أحمد يوسف دودين، **مرجع سابق**، ص 103.

[2] محمود جاسم الصميدعي، ردينة عثمان يوسف، **إدارة المبيعات**، دار الميسرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، الأردن، ط 01، 2010 ص301.

مثال: باستخدام نفس المعطيات المثال السابق نقوم بحساب المتوسط المتحرك المرجح (الموزون) مع العلم أن الأوزان المرجحة للأربعة أشهر السابقة هي التوالي: 0.1، 0.2، 0.3، 0.4

الفترة الزمنية (t)	المبيعات (10^3)	المتوسط المتحرك المرجح (الموزون)
1	25	
2	30	
3	32	
4	40	
5	48	34.1 =1 ÷((0.1 ×25)+ (0.2 ×30)+ (0.3 ×32) + (0.4 ×40)
6	58	40,6 =1 ÷((0.1 ×30)+ (0.2 ×32)+ (0.3 ×40) + (0.4 ×48)
7	65	48.8 =1 ÷((0.1 ×32)+ (0.2 ×40)+ (0.3 ×48) + (0.4 ×58)
8	75	57 =1 ÷((0.1 ×40)+ (0.2 ×48)+ (0.3 ×58) + (0.4 ×65)

حساب المتوسط المتحرك المرجح للفترة الخامسة (t=5):

$$WMA_5=\frac{A_1D_{5-1}+A_2D_{5-2}+A_3D_{5-3}+A_4D_{5-4}}{A_1+A_2+A_3+A_4}$$

$$WMA_5=\frac{A_1D_4+A_2D_3+A_3D_2+A_4D_1}{A_1+A_2+A_3+A_4}$$

$$WMA_5=\frac{(0.4\times40)+(0.3\times32)+(0.2\times30)+(0.1\times25)}{0.4+0.3+0.2+0.1}$$

$$WMA_5=34,1$$

4.2.طريقة التعديل الأسي (Exponential Smoothing): إن طريقة التعديل الأسي هو نوع من المتوسطات المتحركة[1]، ولا تحتاج إلى معلومات كثيرة، تحتاج فقط إلى ثلاث معلومات هي: آخر

[1] أحمد يوسف دودين، **مرجع سابق**، ص 105.

المبيعات الفعلية، آخر مبيعات متوقعة، معامل التسوية[1]، ويتم حساب المبيعات المتوقعة بهذه الطريقة باستخدام المعادلة الآتية[2]:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

حيث:

F_t: المبيعات التقديرية للسنة القادمة

F_{t-1}: المبيعات التقديرية للسنة السابقة

A_{t-1}: المبيعات الفعلية للسنة السابقة

α: ثابت التعديل الأسي

مثال: قدر مبيعات عام 2004 باستخدام طريقة التعديل الأسي على افتراض أن:

- α: 20 %
- المبيعات التقديرية لعام 2003 هي: 155
- المبيعات الفعلية لعام 2003 هي: 150

الحل:

$$F_{2004} = F_{2003} + \alpha(A_{2003} - F_{2003})$$

$$F_{2004} = 155 + 0.20(150 - 155)$$

$$F_{2004} = 155 + 0.20(-5)$$

$$F_{2004} = 155 - 1$$

$$F_{2004} = 154$$

إذن المبيعات التقديرية لعام 2004 هي 154 وحدة

[1] مجيد الكرخي، **مرجع سابق**، ص 31.

[2] أحمد يوسف دودين، **مرجع سابق**، ص 106.

5.2.طريقة المربعات الصغرى (Least Squares): يمكن التنبؤ بالمبيعات بطريقة المربعات الصغرى حسب المعادلة التالية[1]:

$$Y_t = a + bX$$

حيث:

Y_t: المبيعات المتوقعة خلال الفترة (t)

a: كمية المبيعات غير مرتبطة بالزمن أي قيمة Y_t عندما تكون (t=0)

b: ميل خط الاتجاه العام وقد يكون موجب أو سالب، ويعني زيادة أو انخفاض المبيعات عبر الزمن

X: يمثل ترتيب الفترة الزمنية المطلوبة في السلسلة الزمنية

ويتم حساب المعاملين: a و b من خلال حل جملة المعادلتين الآتيتين:

$$\sum y = na + b\sum x \quad \text{..... ①}$$

$$\sum yx = \sum a + b\sum x \quad \text{..... ②}$$

أو بحساب قيمة و b من العلاقتين التاليتين:

$$b = \frac{\sum xy - n\overline{x}\,\overline{y}}{\sum x^2 - n\overline{x}^2}$$

$$a = \overline{y} - b\overline{x}$$

مثال: يمثل الجدول البيانات عن مبيعات منتجات احدى الشركات الصناعية بين عامي 1992 و2000 بالأطنان:

السنة	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
المبيعات	17	16	16	21	20	20	23	25	24

المطلوب: التنبؤ بمبيعات لعام 2001 وعام 2002.

[1] مجيد الكرخي، **مرجع سابق**، ص 35–37.

الحل:

السنة	X	y	X^2	Xy
1992	0	17	0	0
1993	1	16	1	16
1994	2	16	4	32
1995	3	21	9	63
1996	4	20	16	80
1997	5	20	25	100
1998	6	23	36	138
1999	7	25	49	175
2000	8	24	64	192
	36	182	204	796

① حساب $\overline{X}$ و $\overline{Y}$:

$$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{n} \Rightarrow \overline{X} = \frac{36}{9} = 4 \Rightarrow X^2 = 16$$

$$\overline{Y} = \frac{\sum Y_i}{n} \Rightarrow \overline{Y} = \frac{182}{9} = 20.22$$

②حساب المعاملين: a و b:

أ. حساب المعامل b:

$$b = \frac{\sum xy - n\overline{x}\,\overline{y}}{\sum x^2 - n\overline{x}^2} \Rightarrow b = \frac{796 - 9(4 \times 20.22)}{204 - 9(16)}$$

$$\Rightarrow b = \frac{796 - 727.99}{60}$$

$$\Rightarrow b = \frac{68}{60}$$

$$\Rightarrow b = 1.133$$

ب. حساب المعامل a:

$$a = \overline{y} - b\overline{x} \Rightarrow a = 20.22 - 1.133(4)$$

$$\Rightarrow a = 15:69$$

ومنه:

$$Y_t = a + bX \Rightarrow \ Y_t = 15.69 + 1.133X \ldots\ldots\ldots\ldots ①$$

- **حساب المبيعات المتوقعة لعام 2001**: نعوض ترتيب الفترة الزمنية لعام 2001 في المعادلة ① نجد:

$$Y_{2001} = 15.69 + 1.133(10) \Rightarrow Y_{2001} = 27.02$$

- **حساب المبيعات المتوقعة لعام 2002**: نعوض ترتيب الفترة الزمنية لعام 2002 في المعادلة ① نجد:

$$Y_{2002} = 15.69 + 1.133(11) \Rightarrow Y_{2002} = 28.163$$

تمارين مقترحة للحل

التمرين الأول: إذا كانت لدى إحدى المؤسسات البيانات التالية:

	الفترة الزمنية	المبيعات الفعلية	قيمة التغير	التنبؤ
(t–1)	2004	70.000		
(t)	2005	100.000	30.000+	
(t+1)	2006			؟؟

المطلوب: ما هي المبيعات المتوقعة لسنة 2006؟

التمرين الثاني: تبين البيانات التالية مبيعات المصابيح الكهربائية للأشهر التالية:

الفترة الزمنية (t)	1	2	3	4	5	6
المبيعات (10^3)	150	180	160	200	170	220

المطلوب: حساب المبيعات المتوقعة باستخدام:

- طريقة المتوسط المتحرك لثلاث أشهر
- طريقة المتوسط المتحرك المرجح إذا كان وزن الشهر الأول: 0.167، والثاني: 0.333، والثالث: 0.5

التمرين الثالث: قدر مبيعات عام 2010 باستخدام طريقة التعديل الأسي على افتراض أن:

المبيعات التقديرية لعام 2009 هي: 560، المبيعات الفعلية لعام 2009 هي: 450، α: 10 %

التمرين الرابع: من شركة عامر لصناعة الأدوات المنزلية توفر البيانات التالية عن مبيعات منتجاتها ومصروف الدعاية وعلى مدى ستة شهور الأولى من عام 2000.

الشهر	1	2	3	4	5	6
المبيعات 10^3	20	16	14	17	18	13
مصروفات الدعاية 10^3	2	1.5	1.2	1	1.2	1.5

المطلوب: حساب المبيعات المتوقعة للشهر السابع إذا كانت مصروفات الدعاية ستكون (1.5) ألف.

التمرين الخامس: يبين الجدول أدناه بيانات المبيعات في سبع فترات:

الشهر	1	2	3	4	5	6	7
المبيعات	420	415	430	445	435	450	470

المطلوب: ما هي المبيعات المتوقعة في الفترة الثامنة باستخدام:

- طريقة المتوسط المتحرك لثلاث فترات
- طريقة المربعات الصغرى
- طريقة التعديل الأسي إذا كانت المبيعات المتوقعة في الفترة الأولى 400 وحدة وأن الشركة تستخدم قيمة (α = 0.7)

المحور الثالث

التخطيط لبرنامج تسويقي:

المسار الحرج **CPM**

تمهيد: يعد تخطيط البرنامج التسويقي الأسلوب الوحيد الذي يمكن المؤسسة من جعل الموارد المتاحة لها في الحاضر والمستقبل أكثر فعالية في الاستخدام، مما يمكنها من الوصول إلى أهدافها بسهولة وبأقل تكاليف ممكنة.

أولا. مفهوم البرنامج التسويقي: البرنامج التسويقي عبارة عن مجموعة من الأنشطة المنسقة المصممة للترويج لعلامتك التجارية أو منتجاتك أو خدماتك لدى جمهورك المستهدف. يمكن أن يشمل برنامج التسويق مجموعة متنوعة من الأساليب، مثل الإعلان، والعلاقات العامة، وتسويق المحتوى، والتسويق عبر البريد الإلكتروني، وغيرها. يهدف برنامج التسويق إلى جذب العملاء المحتملين، وتعزيز الوعي بالعلامة التجارية، وفي نهاية المطاف زيادة إيرادات أعمالك[1].

ثانيا. خطوات تطوير البرنامج التسويقي: يُعد تطوير استراتيجية برنامج التسويق أمرًا بالغ الأهمية لتحقيق أهداف عملك. باتباع الخطوات الموضحة أدناه[2]:

1. تحديد أهدافك: الخطوة الأولى في وضع استراتيجية برنامج تسويقي هي تحديد أهدافك. ما الذي تريد تحقيقه من خلال برنامجك التسويقي؟ يجب أن تكون أهدافك محددة، وقابلة للقياس، وقابلة للتحقيق، وذات صلة، ومحددة زمنيًا (**SMART**). من أمثلة أهداف برنامج التسويق زيادة زيارات الموقع الإلكتروني، وتوليد العملاء المحتملين، وتحسين الاحتفاظ بالعملاء، وزيادة المبيعات.

2. إجراء أبحاث السوق: يجب أن تفهم جمهورك المستهدف ومنافسيك وقطاعك لتطوير استراتيجية فعالة لبرنامج تسويقي، سيساعدك إجراء أبحاث السوق على جمع رؤى يمكنك استخدامها في بناء استراتيجيتك. يمكن أن يكون عن طريق الاستبيانات، والمقابلات، والبحث عبر الإنترنت. وجد استطلاع أجرته **HubSpot** سنة 2022 أن الشركات التي تُجري أبحاث سوقية منتظمة تكون أكثر عرضة بـ 2.4 مرة لتجاوز أهداف إيراداتها من الشركات التي لا تُجريها.

3. تحليل جهودك التسويقية الحالية: قبل وضع استراتيجية جديدة لبرنامج تسويقي، يجب أن تفهم ما تقوم به حاليًا، سيساعدك تحليل جهودك التسويقية الحالية على تحديد ما ينجح وما يحتاج إلى تحسين.

---

[1] Scott P, **Introduction to Marketing Programs**, 25 April 2023, Sur le lien: https://www.linkedin.com/pulse/introduction-marketing-programs-scott-parker

[2] Scott P, **Developing a Marketing Program Strategy**, 02 may 2023, Sur le lien: https://www.linkedin.com/pulse/developing-marketing-program-strategy-scott-parker

راجع تحليلات موقعك الإلكتروني، وتفاعلك على وسائل التواصل الاجتماعي، وتوليد العملاء المحتملين، وبيانات المبيعات للحصول على رؤى ثاقبة حول أدائك الحالي.

4. تطوير رسالتك وصوت علامتك التجارية: تعد رسالتك وصوت علامتك التجارية عنصرين أساسيين في استراتيجية برنامجك التسويقي، فيجب أن تكون رسالتك متسقة عبر جميع قنوات التسويق، وأن تُوصل عرض القيمة الخاص بك إلى جمهورك المستهدف، وقد وجد استطلاع أجرته شركة **Lucidpress** سنة 2021 أن ثبات العلامة التجارية يمكن أن يزيد الإيرادات بنسبة 33%، بالإضافة إلى ذلك، يجب أن يكون صوت علامتك التجارية فريدًا ولا يُنسى ليساعدك على التميز عن منافسيك.

5. تحديد أساليبك التسويقية: بناءً على أهدافك، وأبحاث السوق، وجهودك التسويقية الحالية، يمكنك تحديد أساليبك التسويقية الأكثر فعالية لتحقيق أهدافك. تشمل أساليب التسويق تسويق المحتوى، والتسويق عبر البريد الإلكتروني، ووسائل التواصل الاجتماعي، والإعلان.

ثالثا. الاساليب الكمية المستخدمة في تخطيط البرنامج التسويقي: تحتاج عملية تخطيط وجدولة ومتابعة المشاريع الكبيرة التي تتكون من عدد كبير من الأنشطة ويقوم بها مجموعة كبيرة من الافراد والأقسام إلى وجود أساليب تقدم المعلومات عن الخطط المختلفة وجدول الأعمال ودرجة تقدم المشروع، ومن بين أهم الأساليب التي أثبتت فاعليتها في تخطيط البرنامج التسويقي والتحكم في المشاريع أسلوب المسار الحرج(**CPM**) وأسلوب بيرت (**PERT**)[1].

1. أسلوب المسار الحرج(CPM): تهدف طريقة المسار الحرج إلى مراقبة تنفيذ مشروع معين يتكون من عدة مراحل أو عمليات (فعاليات) وتحديد العمليات التي يستلزم وضعها تحت رقابة مستمرة لأنها قد تسبب تعطيل إنجاز المشروع كله، وتحديد المسار الذي ينبغي تتبعه باستمرار لأن أي تأخير يحدث للأنشطة التي تقع على هذا المسار ستؤدي إلى تأخير المشروع بكامله، ويتطلب استخدام هذه الطريقة ضرورة إعداد جدول زمني للأنشطة المختلفة التي يتكون منها المشروع وذلك حتى يمكن إنجازه بأقل وقت ممكن وبالموارد المتاحة[2]، وتتضمن هذه الطريقة ثلاث مراحل رئيسية هي[3]:

---

[1] وليد خالد البلك، **إستخدام الأساليب الكمية في حل المشاكل الإدارية: بحوث العمليات**، دار الكتب والوثائق الرسمية، القاهرة، 2016،ص 250.

[2] منعم زمزير الموسوي، **بحوث العمليات: مدخل علمي لإتخاذ القرارات**، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ط 01، 2008، ص 305.

[3] محمد راتول، **بحوث العمليات**، ديوان المطبوعات الجامعية، بن عكنون، الجزائر، ط02، 2006، ص290.

- إعداد خطة إنجار المشروع؛
- إعداد البرنامج الزمني للمشروع من خلال البرنامج الزمني لكل نشاط فيه؛
- مراقبة سير العمل والتحكم فيه.

1.1. خطوات تحديد المسار الحرج: يتطلب تحديد مسار الحرج اتباع مجموعة من الخطوات المتسلسلة كما يلي[1]:

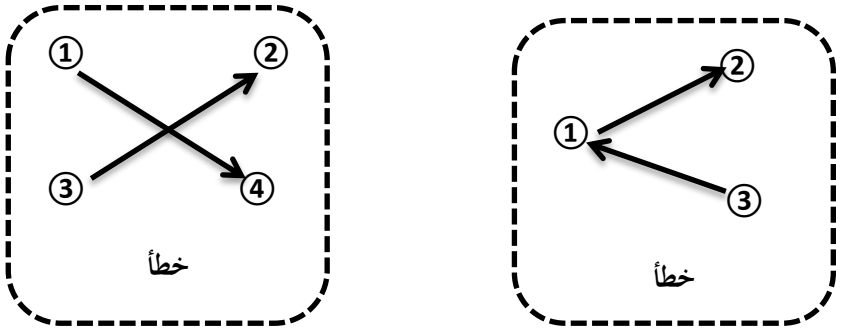
- تجزئة المشروع وتحديد الأنشطة التي يتكون منها المشروع.
- تحديد العلاقات والتسلسل المنطقي بين الأنشطة، أي تحديد متابعة تنفيذ الأنشطة منذ بداية المشروع وحتى الانتهاء من تنفيذه.
- تحديد الأوقات ومقدارها اللازم لتنفيذ كل نشاط من أنشطة المشروع.
- رسم مخططًا واضحًا لأنشطة المشروع وفقًا لطبيعة العلاقات والتسلسل المنطقي بين أنشطة المشروع، حيث تعتمد هذه الأنشطة على بعضها، أي أنه لا يمكن البدء ببعضها قبل إنهاء النشاط أو مجموعة الأنشطة الأخرى.
- تحديد وقت البداية (بداية مبكرة) لكل نشاط من الأنشطة. وهذا يعني أن أبكر أو أسرع وقت يمكن أن يبدأ في كل نشاط، ويكون هذا الوقت دائمًا يساوي صفرًا أول نشاط أو مجموعة الأنشطة الواقعة في بداية المشروع.
- تحديد وقت النهاية (بداية مبكرة) لكل نشاط، وهو عبارة عن وقت البداية (بداية مبكرة) لأي نشاط بالإضافة إلى الوقت اللازم لتنفيذه.
- تحديد وقت البداية (بداية متأخرة)، وهو يمثل أقصى تأخير في وقت بداية الأنشطة دون أن يؤثر ذلك على المشروع بأكمله
- تحديد وقت النهاية المتأخرة (أحدث إنهاء) وهي عبارة عن وقت البداية المتأخر لأي نشاط إضافي إلى الوقت اللازم لتنفيذه.
- تحديد وقت الفائض (الراكد) وهي عبارة عن الفرق بين الأوقات المتأخرة أو الفرق بين الأوقات المتأخرة.

[1] جهاد صياح بني هاني، نازم محمود ملكاوي، فالح عبد القادر الحوري، **تطبيقات بحوث العمليات في إدارة الأعمال**، دار الجامد للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ط 01، 2013، ص324– 225.

- تحديد مسار الحرج وهو عبارة عن مجموعة الأنشطة التي قيمة وقت الفائض أو الراكد عندها تساوي صفرًا

2.1. قواعد رسم مخطط شبكة الأعمال: يمكن ايجاز قواعد رسم مخطط شبكة الأعمال كالآتي[1]:

- لا يجوز تمثيل نشاط واحد بأكثر من سهم واحد، كما أن طول السهم ليس له دلالة أو معنى.
- الحدث الذي يأخذ الرقم (1) هو حدث بداية المشروع والحدث صاحب أكبر رقم هو حدث نهاية المشروع، وقبل أن يتم تنفيذ أي نشاط يجب أن نقول من أن جميع الأنشطة التي تسبقه تم إنجازها أي يجب أن يكون التسلسل المنطقي للأنشطة.
- عند تحديد أرقام الأحداث في الشبكة، لا ينبغي أن يكون هناك تكرار في سجلات الحدث في الشبكة.
- لا يجب استخدام الأنشطة الوهمية إلا إذا كان ذلك ضروريًا للحد من تغطية الشبكة.
- يجب أن يكون هناك حدث بداية واحد للمشروع وهو الحدث الذي ليس له نشاط (سابق) وحدث نهاية واحد للمشروع وهو الحدث الذي ليس له نشاط لاحقًا).
- ضرورة مراعاة عدم تقاطع الأسهم على الشبكة أو وجود أسهم عكسية، كما هو موضح بالشكل التالي:

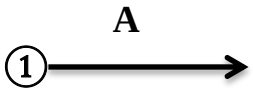


3.1. مكونات شبكة الأعمال: تتكون شبكة الأعمال من مكونين رئيسيين هما:

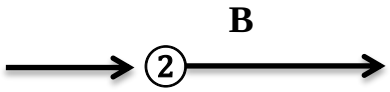
[1] وليد خالد البلك، **مرجع سابق**، ص 255.

1.3.1.الحدث: نقطة النهاية والبداية الزمنية للنشاط، يعبر عليه في الشبكة بدائرة وبداخلها رقم هو رقم الحادث، تميز بداية نشاط ما، بداية نشاط ونهاية نشاط آخر، أو نهاية نشاط فقط والممثلة في الاشكال التالية[1]:

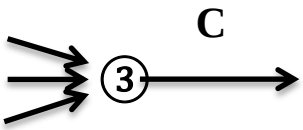
الحادث 01: بداية النشاط (A)



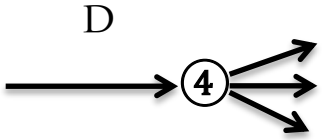
الحادث 02: بداية النشاط (B) ونهاية النشاط الذي يسبقه



الحادث 03: نهاية مجموعة من النشاطات وبداية النشاط (C):



الحادث 04: بداية النشاط (D) وبداية مجموعة من النشاطات الأخرى:

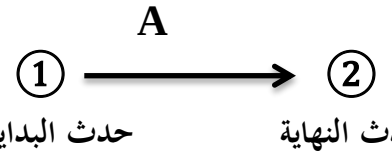


الحادث 05: نهاية مجموعة من النشاطات وبداية مجموعة من النشاطات الأخرى:

2.3.1.النشاط(Activité): مرحلة عمل يتطلب إنجازها موارد (مادية، بشرية، زمنية) لاتمام مرحلة من مراحل المشروع ويرمز له بسهم (➔)، وكل نشاط يبدأ بحدث (حدث سابق أو حدث البداية)

[1] مكيد علي، **مدخل إلى بحوث العمليات وتطبيقاتها الاقتصادية**، ديوان المطبوعات الجامعية، بن عكنون، الجزائر، 2016، ص93.

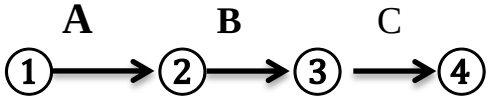
وينتهي بآخر (الحدث اللاحق، حدث النهاية)[1]، حيث يربط بين حدثين متتاليين كما هو موضح في الشكل :



إن النشاط لا يبدأ إلا بعد وقوع الحدث الذي يسبقه أي أنه لا يمكن أن يبدأ إلا بعد اتمام كل الأنشطة التي تنتهي عند الحدث السابق له، وعموما يمكن أن يقال أن الأنشطة تنقسم إلى مجموعتين رئيسيتين[2]:

- **الأنشطة الحقيقية**: (**Real Activities**): تعبر عن الأعمال التي يجب تنفيذها للانتقال من حدث (واقعة) (**Event**) معينة على شبكة العمل الخاصة بتنفيذ مشروع معين إلى حدث آخر وعلى هذا الأساس فإنها تمثل إنجازات معينة تأخذ وقتا في تنفيذها، وبالإضافة إلى ذلك فإنها تتطلب موارد لازمة لهذا التنفيذ متمثلة بتوفير المواد والعمل والأجهزة المختلفة، كما يعبر عن الأنشطة الحقيقية في شبكة الأعمال بخطوط متصلة تربط الأحداث (Events) للأنشطة المختلفة، وتنقسم إلى:

①. **الأنشطة المتعاقبة**: هي الأنشطة التي لا يمكن إنجاز النشاط اللاحق إلا بعد الإنتهاء من النشاط السابق، وتقدم في الشبكة على النحو التالي[3]:



أنشطة متعاقبة

②.**الانشطة المتوازية**: هي الأنشطة التي يمكن إنجازها في نفس الوقت، أي أن إنجاز أي منها لا يتوقف على الآخر، ويمكن أن يكون هناك نشاطين متوازيين، كما يمكن أن تكون هناك عدة

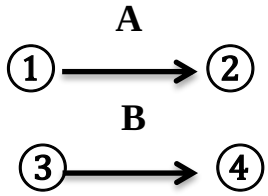
[1] محمد عبد الفتاح الصيرفي، **الأسلوب الكمي في تخطيط المشروعات: شبكات الأعمال للمبتدئين**، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ط 01، 2002، ص 04.

[2] منعم زمزير الموسوي، **مرجع سابق**، ص306.

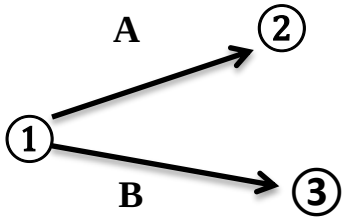
[3] محمد راتول، **مرجع سابق**، ص 293.

أنشطة متوازية، عمليا يمكن أن نصادف نشاطين متوازيين مستقلين أو أنشطة متوازية مشتركة في حدث البداية أو في حدث النهاية، ويظهر ذلك في الأمثلة التالية[1]:

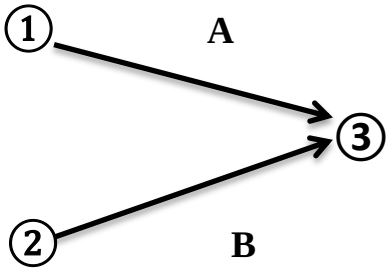
مثال 01: نشاطين متوازيين مستقلين



مثال 02: نشاطين متوازيين مشتركين في حدث البداية



مثال 03: نشاطين متوازيين مشتركين في حدث النهاية



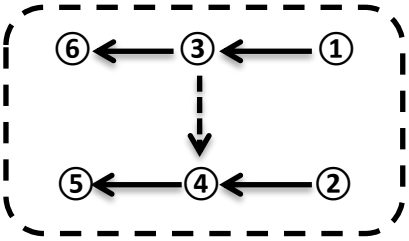
ملاحظة:

لا يمكن لنشاطين أو أكثر مختلفين أن يكون لهما نفس البداية ونفس النهاية، أي أن كل نشاط (سهم) يجب أن يكون بين حدثين.

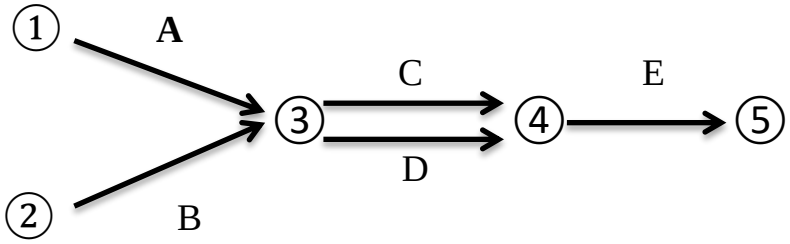
[1] محمد راتول، **مرجع سابق**، ص 293.

- **الأنشطة الوهمية (Dummy Activities)**: الأنشطة التي لا تستغرق وقتا ولا تستلزم أي موارد أي أن الوقت المستغرق من قبل النشاط الوهمي يعادل صفر. وعادة يعبر عن النشاط الوهمي في صورة أسهم ذات خطوط متقطعة (على شكل خط متقطع) ويعبر عنه بهذا الشكل من أجل تمييزه عن الأنشطة الحقيقية، وتستخدم الأنشطة الوهمية[1]، بشكل عام في ثلاث حالات رئيسية هي:

①.يستخدم النشاط الوهمي للتعبير عن علاقات متقطعة تتابعية بين الأنشطة المختلفة المكونة للشبكة[2]، ولتوضيح ذلك نفرض أن النشاطين(A، B)، في مشروع معين يسبقان النشاط (C)، وأن النشاط (D) يسبقه النشاط (B) فقط، وتمثيل ذلك في الشكل التالي[3]:



②.يستخدم النشاط الوهمي من أجل الفك الارتباط بين حدثين لأكثر من نشاط[4]، (نشاطين لهما نفس حدث البداية ونفس حدث النهاية)، كما هو موضح في الشكل التالي:



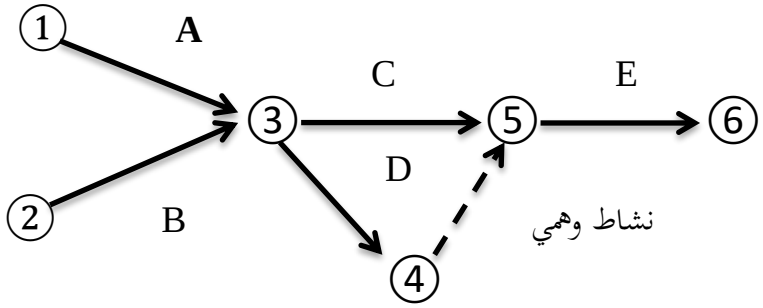
[1] منعم زمزير الموسوي، **مرجع سابق**، ص310.

[2] منعم زمزير الموسوي، **مرجع سابق**، ص310.

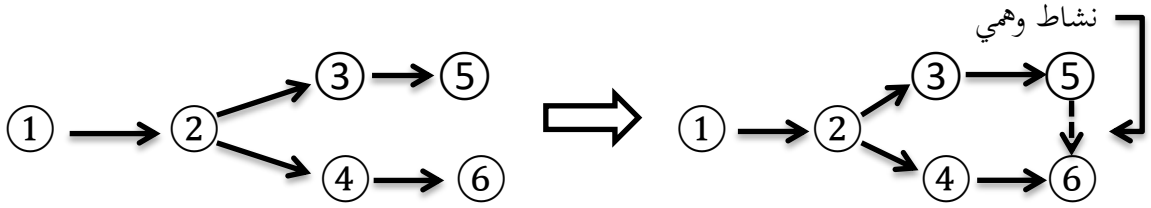
[3] إبراهيم أحمد مخلوف، **التحليل الكمي في الإدارة**، جامعة الملك سعود، الرياض، ط 02، 2004، ص 207.

[4] منعم زمزير الموسوي، **مرجع سابق**، ص312.

نلاحظ أن النشاطين (**C**) و(D) نشاطين متوازيين لهما نفس الحدث البداية والنهاية، ومن أجل معالجة هذا الخطأ علينا استخدام النشاط الوهمي من أجل فك الارتباط بين النشاطين والشكل الموالي يوضح طريقة المعالجة:



③. يستخدم النشاط الوهمي في حالة وجود أكثر من نهاية للشبكة، كما هو موضح في الشكل التالي:



4.1. **تحليل الوقت باستخدام المسار الحرج:** يمكن تحديد الوقت الكلي لإنهاء المشروع باستخدام أسلوب المسار الحرج (**CPM**) من خلال تحديد أوقات بداية ونهاية كل نشاط بالضافة إلى وقت السماح الكلي ووقت السماح الحر، وتحسب هذه الأوقات على ثلاث مراحل هي[1]:

المرحلة الأولى: تتم على الشبكة ونسميها مرحلة الذهاب ويحسب فيها الوقت المبكر لبداية كل النشاط، والذي هو أبكر وقت ممكن للبدء بالنشاط عند أخذ الوقت اللازم للأنشطة التي تسبقه بعين الاعتبار.

الوقت المبكر لبداية النشاط = الوقت المبكر لبداية النشاط السابق له + مدة إنجاز النشاط السابق

[1] محمد راتول، **مرجع سابق**، ص300– 303.

قاعدة:

يكون الوقت المبكر لبداية أول نشاط صفرا، وعندما يكون النشاط مسبوقا بنشاطين أو أكثر فإن بدايته المبكرة يحكمها النشاط السابق له ذو أكبر نهاية مبكرة

علما أن:

الوقت المبكر لبداية النشاط = الوقت المبكر لنهاية النشاط السابق له

المرحلة الثانية: تتم على الشبكة أيضا ونسميها مرحلة الإياب، ويحسب فيها الوقت المتأخر لنهاية النشاط، وهو آخر وقت ممكن لإنهاء النشاط، ويكون:

الوقت المتأخر لنهاية النشاط = الوقت المتأخر لنهاية النشاط اللاحق – مدة تنفيذ النشاط اللاحق

قاعدة:

عندما يكون النشاط مسبوقا بنشاطين أو أكثر فإن نهايته المتأخرة تحكمها أبكر بداية متأخرة بين الأنشطة التي تتبعه.

إن الوقت الذي ينتهي فيه المشروع هو الوقت الأكبر بين أوقات بداية آخر الأنشطة زائدا مدة تنفيذ هذه الأنشطة ونسميه أبكر وقت لإنهاء المشروع.

الوقت المبكر لنهاية المشروع = الوقت المتأخر لنهاية المشروع أو الوقت المتأخر لتنفيذ آخر

أي في آخر قمة يكون لدينا:

الوقت المبكر لبداية النشاط = الوقت المتأخر لنهاية

المرحلة الثالثة: مرحلة تدوين الأوقات الهامشية الأخرى في جدول نسميه جدول الأوقات الهامشية، أو جدول المراقبة الزمنية للمشروع، وهو يحتوي على المعلومات التالية:

اسم النشاط	الأنشطة السابقة	دليل النشاط	مدة تنفيذ النشاط	الأوقات المبكرة		الأوقات المتأخرة		وقت السماح		النشاط الحرج
				للبداية	للنهاية	للبداية	للنهاية	الكلي	الحر	

في الجدول نضع الأوقات التي حسبت على الشبكة و هي الأوقات المبكرة للبداية و الأوقات المتأخرة للنهاية، أما بقية الأوقات التي لم تحسب على الشبكة فتحسب كما يلي:

الوقت المبكر لنهاية النشاط: هو أبكر وقت ممكن لإنهاء النشاط، يحسب كما يلي:

الوقت المبكر لنهاية النشاط = الوقت المبكر لبداية النشاط + مدة تنفيذ هذا النشاط

الوقت المتأخر لبداية النشاط: هو آخر وقت يمكن بدأ النشاط فيه دون أن يؤدي ذلك الى تأخير نهايـة المشروع، ويحسب كما يلي :

الوقت المتأخر للبداية = الوقت المتأخر للنهاية – مدة تنفيذ النشاط

وقت السماح الكلي: هو مقدار تأخير إنهاء النشاط عن وقت نهايته المبكرة الممكن بدون التسبب في إطالة مدة تنفيذ المشروع، أي أنه عبارة عن مقدار الوقت الذي يمكن للنشاط أن يستهلكه زيادة على المدة المقدرة التي يحتاجها النشاط دون أن يتسبب ذلك في إطالة مدة المشروع، ويحسب كما يلي:

وقت السماح الكلي= البداية المتأخرة – البداية المبكرة

أو:

وقت السماح الكلي = النهاية المتأخرة – النهاية المبكرة

وقت السماح الحر: هو مقدار تأخير إنهاء النشاط عن وقت نهايته المبكرة بدون التسبب بتأخير البداية المبكرة لأي نشاط آخر، وبعبارة أخرى هو مقدار الوقت المتاح للنشاط زيادة على المدة المقدرة التي يحتاجها، أي الوقت الذي يمكن للنشاط أن يستهلكه دون التأثير على إمكانية بدء أي نشاط لاحق في وقت بدايته المبكرة، ويحسب كما يلي:

وقت السماح الحر= البداية المبكرة لأبكر نشاط لاحق – النهاية المبكرة للنشاط

المرحلة الرابعة: تحديد المسار الحرج؛ المسار الحرج هو سلسلة الأنشطة التي يساوي السماح الكلي لكل منها صفرا، وذلك من بداية المشروع الى نهايته وهو الذي يحدد مدة إنجاز المشروع، وقد يكون للمشروع أكثر من مسار حرج، وما يجب أن نلفت إليه الانتباه هو أنه إذا حصل تأخير في تنفيذ أي نشاط حرج، فإن ذلك يؤدي الى تأخير إنهاء المشروع بنفس المقدار، لذا فإنه من المهم تحديد الأنشطة الحرجة نظرا لأنها تحتاج أثناء تنفيذ المشروع الى مراقبة دقيقة لضمان التقيد بالبرنامج، وتحدد الأنشطة الحرجة على الشبكة ونميزها عن غيرها بمسار مزدوج الخطوط، و تقع هذه الأنشطة بين القمم التي تكون فيها الأوقات المبكرة للبداية مساوية للأوقات المتأخرة للنهاية.

مثال: يظهر الجدول مجموعة الأنشطة التي يتكون منها مشروع بناء مسكن وكذا أوقات تنفيذ كل نشاط والأنشطة السابقة لكل نشاط بالأيام:

النشاط	الأنشطة السابقة	الوقت اللازم لتنفيذ النشاط
A	–	04
B	–	01
C	A	01
D	B	01
E	B	06
F	C, D	05
G	E	04
H	E	08
I	G	01
J	H	02
K	I, J	05
L	F	07

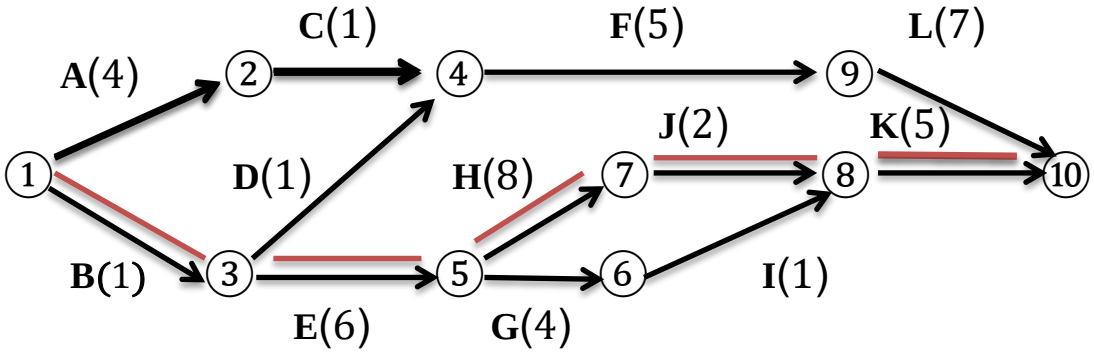
المطلوب:

1. رسم شبكة الأعمال مع تحديد المسارات المختلفة وتحديد المسار الحرج والوقت اللازم لإتمام المشروع.
2. تحديد الوقت المبكر والوقت المتأخر للأحداث.
3. تحديد الوقت المبكر والمتأخر ووقت السماح الكلي لكل نشاط.

الحل:

1. رسم شبكة الأعمال مع تحديد المسارات المختلفة وتحديد المسار الحرج والوقت اللازم لإتمام المشروع.

- **رسم شبكة الأعمال:** حسب مبدأ رسم الشبكة فإن بداية المشروع تكون واحدة ونهايته واحدة، لذلك تم الانطلاق من قمة واحدة (حدث البداية) وتم الانتهاء عند قمة واحدة (حدث النهاية). مع الاخذ بعين الاعتبار الأنشطة السابقة لكل نشاط، وزمن تنفيذ كل نشاط بين قوسين أمام اسم النشاط.



- **تحديد المسارات المختلفة:** يتضح أن الشبكة السابقة لها أربعة مسارات:

المسار الأول: A ← C ← F ← L

طول المسار: 4 + 1 + 5 + 7 = 17 يوم

المسار الثاني: B ← E ← H ← J ← K

طول المسار: 1 + 6 + 8 + 2 + 5 = 22 يوم

المسار الثالث: B ← E ← G ← I ← K

طول المسار: 1 + 6 + 4 + 1 + 5 = **17 يوم**

المسار الرابع: B ⟵ D ⟵ F ⟵ L

طول المسار: 1 + 1 + 5 + 7 = **14 يوم**

- **تحديد المسار الحرج:** ومن ثم يتضح أن المسار الثاني هو المسار الحرج (K, J, H, E, B) والموضح على شبكة الاعمال بخط مزدوج، وطول المسار هو 22 أطول مسار على الشبكة.
- **الوقت اللازم لإتمام المشروع** = طول المسار الحرج = 22 يوم.

2.تحديد الوقت المبكر والوقت المتأخر للانشطة: تشمل عملية حساب الاوقات المبكرة والمتأخرة للأنشطة مرحلتين: مرحلة الذهاب والاياب.

- **مرحلة الذهاب:** تستخدم لحساب الأوقات المبكرة للأنشطة، وذلك باتباع الخطوات التالية:

الخطوة الأولى: يتم البدء من حدث البداية رقم (1) ويم التحرك باتجاه حدث النهاية رقم (10).

الخطوة الثانية: الوقت المبكر لحدث البداية دائما يساوي الصفر أي أن الوقت المبكر للانشطة غير مسبوقة بنشاط دائما يساوي الصفر، ومنه:

الوقت المبكر لبداية النشاط (A) = 0

الوقت المبكر لبداية النشاط (B) = 0

الخطوة الثالثة: يتم حساب الوقت المبكر لبداية أي نشاط بالعلاقة التالية:

الوقت المبكر لبداية النشاط = الوقت المبكر لبداية النشاط السابق له + مدة إنجاز النشاط السابق

ومنه:

حساب الوقت المبكر لبداية النشاط(C):

الوقت المبكر لبداية النشاط (C) = الوقت المبكر لبداية النشاط (A) + مدة تنفيذ النشاط(A)

الوقت المبكر لبداية النشاط (C) = 0 + 4

الوقت المبكر لبداية النشاط (C) = 4

حساب الوقت المبكر لبداية النشاط (D):

الوقت المبكر لبداية النشاط (D) = الوقت المبكر لبداية النشاط (B) + مدة تنفيذ النشاط(B)

الوقت المبكر لبداية النشاط (D) = 0 + 1

الوقت المبكر لبداية النشاط (D) = 1

حساب الوقت المبكر لبداية النشاط (E):

الوقت المبكر لبداية النشاط (E) = الوقت المبكر لبداية النشاط (B) + مدة تنفيذ النشاط(B)

الوقت المبكر لبداية النشاط (E) = 0 + 1

الوقت المبكر لبداية النشاط (E) = 1

حساب الوقت المبكر لبداية النشاط (F): النشاط يمثل نهاية لعدة أنشطة (حالة تعدد الأنشطة السابقة للنشاط)، في هذه الحالة يكون هناك أكثر من وقت مبكر للحدث، لذا يتم حساب جميع الأوقات المبكرة واختيار أكبرها.

الوقت المبكر لبداية النشاط (F) = الوقت المبكر لبداية النشاط (C) + مدة تنفيذ النشاط(C)

الوقت المبكر لبداية النشاط (F) = 4 + 1

الوقت المبكر لبداية النشاط (F) = 5

أو:

الوقت المبكر لبداية النشاط (F) = الوقت المبكر لبداية النشاط (D) + مدة تنفيذ النشاط(D)

الوقت المبكر لبداية النشاط (F) = 1 + 1

الوقت المبكر لبداية النشاط (F) = 2

إذن نختار الوقت الأكبر وهو: 5

حساب الوقت المبكر لبداية النشاط (G):

الوقت المبكر لبداية النشاط (G) = الوقت المبكر لبداية النشاط (E) + مدة تنفيذ النشاط(E)

الوقت المبكر لبداية النشاط (G) = 1 + 6

الوقت المبكر لبداية النشاط (G) = 7

حساب الوقت المبكر لبداية النشاط (H):

الوقت المبكر لبداية النشاط (H) = الوقت المبكر لبداية النشاط (E) + مدة تنفيذ النشاط(E)

الوقت المبكر لبداية النشاط (H) = 1 + 6

الوقت المبكر لبداية النشاط (H) = 7

حساب الوقت المبكر لبداية النشاط (I):

الوقت المبكر لبداية النشاط (I) = الوقت المبكر لبداية النشاط (G) + مدة تنفيذ النشاط(G)

الوقت المبكر لبداية النشاط (I) = 7 + 4

الوقت المبكر لبداية النشاط (I) = 11

حساب الوقت المبكر لبداية النشاط (J):

الوقت المبكر لبداية النشاط (J) = الوقت المبكر لبداية النشاط (H) + مدة تنفيذ النشاط(H)

الوقت المبكر لبداية النشاط (J) = 7 + 8

الوقت المبكر لبداية النشاط (J) = 15

حساب الوقت المبكر لبداية النشاط (K): حالة تعدد الأنشطة السابقة للنشاط، لذا يتم حساب جميع الأوقات المبكرة واختيار أكبرها.

الوقت المبكر لبداية النشاط (K) = الوقت المبكر لبداية النشاط (I) + مدة تنفيذ النشاط(I)

الوقت المبكر لبداية النشاط (K) = 11 + 1

الوقت المبكر لبداية النشاط (K) = 12

أو:

الوقت المبكر لبداية النشاط (K) = الوقت المبكر لبداية النشاط (J) + مدة تنفيذ النشاط(J)

الوقت المبكر لبداية النشاط (K) = 15 + 2

الوقت المبكر لبداية النشاط (K) = 17

إذن نختار الوقت الأكبر وهو: 17

حساب الوقت المبكر لبداية النشاط (L):

الوقت المبكر لبداية النشاط (L) = الوقت المبكر لبداية النشاط (F) + مدة تنفيذ النشاط(F)

الوقت المبكر لبداية النشاط (L) = 5 + 5

الوقت المبكر لبداية النشاط (L) = 10

ويمكن تلخيص النتائج في الجدول التالي:

النشاط	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
الوقت المبكر لبداية النشاط	0	0	4	1	1	5	7	7	11	15	17	10

- **مرحلة الاياب:** تستخدم لحساب الأوقات المتأخرة للأنشطة، وذلك باتباع الخطوات التالية:

الخطوة الأولى: يتم البدء من حدث حدث النهاية رقم (10).

الخطوة الثانية: الوقت المتأخر لحدث النهاية يساوي الوقت المبكر لحدث النهاية ومنه:

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (L) = الوقت المبكر لحدث النهاية (L)

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (L) = 22

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (K) = الوقت المبكر لحدث النهاية (K)

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (K) = 22

الخطوة الثالثة: يتم حساب الوقت المتأخر لنهاية أي نشاط بالعلاقة التالية:

الوقت المتأخر لنهاية النشاط = الوقت المتأخر لنهاية النشاط اللاحق – مدة تنفيذ النشاط اللاحق

ومنه:

حساب الوقت المتأخر لنهاية النشاط (J):

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (J) = الوقت المتأخر لنهاية النشاط (K) – مدة تنفيذ النشاط(K)

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (J) = 22 – 5

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (J) = 17

حساب الوقت المتأخر لنهاية النشاط (I):

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (I) = الوقت المتأخر لنهاية النشاط (I) – مدة تنفيذ النشاط(I)

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (I) = 22 – 5

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (I) = 17

حساب الوقت المتأخر لنهاية النشاط (H):

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (H) = الوقت المتأخر لنهاية النشاط (J) – مدة تنفيذ النشاط(J)

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (H) = 17 – 2

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (H) = 15

حساب الوقت المتأخر لنهاية النشاط (G):

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (G) = الوقت المتأخر لنهاية النشاط (I) – مدة تنفيذ النشاط(I)

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (G) = 17 – 1

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (G) = 16

حساب الوقت المتأخر لنهاية النشاط (F):

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (F) = الوقت المتأخر لنهاية النشاط (L) – مدة تنفيذ النشاط(L)

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (F) = 22 – 7

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (F) = 15

حساب الوقت المتأخر لنهاية النشاط (E): النشاط يمثل بداية لعدة أنشطة (حالة تعدد الأنشطة الاحقة للنشاط)، في هذه الحالة يكون هناك أكثر من وقت متأخر للحدث، لذا يتم حساب جميع الأوقات المبكرة واختيار أقلها.

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (E) = الوقت المتأخر لنهاية النشاط (G) – مدة تنفيذ النشاط(G)

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (E) = 16 – 4

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (E) = 12

أو:

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (E) = الوقت المتأخر لنهاية النشاط (H) – مدة تنفيذ النشاط(H)

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (E) = 15 – 8

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (E) = 7

إذن نختار الوقت الأقل وهو: 7

حساب الوقت المتأخر لنهاية النشاط (D):

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (D) = الوقت المتأخر لنهاية النشاط (F) – مدة تنفيذ النشاط(F)

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (D) = 15 – 5

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (D) = 10

حساب الوقت المتأخر لنهاية النشاط (C):

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (C) = الوقت المتأخر لنهاية النشاط (F) – مدة تنفيذ النشاط(F)

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (C) = 15 – 5

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (C) = 10

حساب الوقت المتأخر لنهاية النشاط (B): النشاط يمثل بداية لعدة أنشطة (حالة تعدد الأنشطة الاحقة للنشاط)، في هذه الحالة يكون هناك أكثر من وقت متأخر للحدث، لذا يتم حساب جميع الأوقات المبكرة واختيار أقلها.

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (B) = الوقت المتأخر لنهاية النشاط (D) – مدة تنفيذ النشاط(D)

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (B) = 10 – 1

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (B) = 9

أو:

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (B) = الوقت المتأخر لنهاية النشاط (E) – مدة تنفيذ النشاط(E)

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (B) = 7 – 6

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (B) = 1

إذن نختار الوقت الأقل وهو: 1

حساب الوقت المتأخر لنهاية النشاط (A):

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (A) = الوقت المتأخر لنهاية النشاط (C) – مدة تنفيذ النشاط(C)

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (A) = 10 – 1

الوقت المتأخر لنهاية النشاط (A) = 9

ويمكن تلخيص النتائج في الجدول التالي:

النشاط	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
الوقت المتأخر لنهاية النشاط	9	1	10	10	7	15	16	15	17	17	22	22

- **مرحلة تحديد الوقت المبكر والمتأخر ووقت السماح الكلي لكل نشاط:**

اسم النشاط	الأنشطة السابقة	مدة تنفيذ النشاط	الأوقات المبكرة		الأوقات المتأخرة		وقت السماح الكلي	النشاط الحرج
			للبداية	للنهاية	للبداية	للنهاية		
A	–	4	0	4	5	9	5	غير حرج
B	–	1	0	1	0	1	0	حرج
C	A	1	4	5	9	10	5	غير حرج
D	B	1	1	2	9	10	8	غير حرج
E	B	6	1	7	1	7	0	حرج
F	C, D	5	5	10	10	15	5	غير حرج
G	E	4	7	11	12	16	5	غير حرج
H	E	8	7	15	7	15	0	حرج
I	G	1	11	12	16	17	5	غير حرج
J	H	2	15	17	15	17	0	حرج
K	I, J	5	17	22	17	22	0	حرج
L	F	7	10	17	15	22	5	غير حرج

2. **أسلوب بيرت (PERT)**: تعتمد هذه الطريقة في أساسها على طريقة المسار الحرج، إلى أن الخلاف الرئيسي فيما بينهما يكمن في طبيعة أوقات الأنشطة المختلفة، ففي حالة المسار الحرج لاحظنا أن هناك وقتاً واحداً لكل نشاط من الأنشطة وأن هذا الوقت أكيد وثابت . أما في حالة تقويم ومراجعة البرامج فإن أوقات الأنشطة هي احتمالية، وليست ثابتة، لذلك فإننا نحتاج إلى أكثر من وقت واحد لكل نشاط ومن ثم نقوم بإيجاد متوسط هذه الأوقات ليمثل معدل الوقت لكل نشاط[1]، حيث يقوم بافتراض ثلاثة تقديرات لوقت النشاط وهي[2]:

- **الوقت المتفائل متفائل**: وهو أقل وقت ممكن لتنفيذ النشاط إذا ما سارت جميع الظروف على ما يرام وهو يمثل الحد الأدنى من الوقت.
- **الوقت المتشائم متشائم**: هو عبارة عن الحد الأقصى لوقت النشاط على اعتبار أن الظروف ستكون غير مواتية وافتراض أن هناك تعطيل مستمر لأنشطة المشروع.
- **الوقت الأكثر احتمالاً**: هو وقت المشروع المحتمل تحت الظروف العادية وقد يتم وضع المعادن على مشروعات سابقة مماثلة تم تنفيذها على أساس توقع تكرار نفس الظروف.

[1] محمد الطراونة، سليمان عبيدات، **مقدمة في بحوث العمليات**، عمان، الأردن، ط 01، 2009، ص310.

[2] وليد خالد البلك، **مرجع سابق**، ص 271.

بناء على هذه الأوقات يتم حساب الوقت المتوقع لتنفيذ أي نشاط من الأنشطة التي يتكون منها المشروع، وهذا بالاعتماد على المعادلة التالية[1]:

$$\text{الوقت المتوقع} = \frac{\text{الوقت المتشائم} + 4\left(\text{الوقت الأكثر إحتمالا}\right) + \text{الوقت المتفائل}}{6}$$

أي:

$$Tés = \frac{Top + 4(\text{Tpr}) + \text{Tpé}}{6}$$

ونظرا لحالة عدم التأكد المرتبطة بوقت النشاط، فمن المتوقع أن يكون هناك تباين أو اختلاف بين الوقت الفعلي والوقت المتوقع، وتتوقف درجة التباين على الفرق بين الوقت المتفائل والوقت المتشائم. فكلما زادت درجة عدم التأكد المرتبطة بوقت النشاط أي أن هناك احتمال أن يختلف الوقت الفعلي عن الوقت المتوقع، ويمكن حساب التباين المرتبط بأي نشاط كمايلي[2]:

$$\text{التباين} = \left(\frac{\text{الوقت المتشائم} - \text{الوقت المتفائل}}{6}\right)^2$$

أي:

$$\delta^2 = \left(\frac{Tpé - Top}{6}\right)^2$$

وبالتالي يمكن حساب الانحراف المعياري للنشاط كما يلي[3]:

$$\delta = \sqrt{\left(\frac{Tpé - Top}{6}\right)^2}$$

ومنه:

$$\delta = \frac{Tpé - Top}{6}$$

---

[1] محمد راتول، **مرجع سابق**، ص336.

[2] وليد خالد البلك، **مرجع سابق**، ص 271–272.

[3] محمد راتول، **مرجع سابق**، ص337.

وقد ترغب غدارة المشروع في معرفة احتمال تنفيذ المشروع في فترة معينة قد تكون أكبر أو أصغر من الفترة المتوقعة، لذلك فإنه يتم حساب معامل احتمال تنفيذ المشروع في تلك الفترة كمايلي[1]:

$$Z = \frac{Ds - D\acute{e}}{\delta}$$

حيث:

Ds: المدة المرغوبة أو الوقت المستهدف لإتمام المشروع

Dé: المدة المقدرة أو الوقت المتوقع

δ: الانحراف المعياري للأنشطة الحرجة التي تشكل المسار الحرج.

مثال: توضح البيانات التالية تقديرات أوقات الأنشطة المتعلقة بتحديد الاحتياجات الخاصة بالنظام الإنتاجي لإحدى الشركات:

النشاط	النشاط السابق	الوقت بالارقام		
		المتشائم	الأكثر احتمالا	المتفائل
A	–	36	18	12
B	A	34	16	10
C	B	44	14	8
D	B	32	14	8
E	D	20	14	8
F	A	44	20	8
G	C, E, F	16	10	4

المطلوب:

- حساب الوقت المتوقع والتباين والانحراف المعياري لكل نشاط.
- رسم شبكة الأعمال مع توضيح الوقت المبكر والوقت المتأخر لكل نشاط.
- حساب احتمال إتمام المشروع خلال 90 يوم.
- حساب احتمال إتمام المشروع خلال 70 يوم.
- حساب احتمال إتمام المشروع خلال 82 يوم.
- حساب الوقت المتوقع لإتمام المشروع بدرجة ثقة 95%.

الحل:

[1] محمد راتول، **مرجع سابق**، ص341.

1. حساب الوقت المتوقع والتباين والانحراف المعياري لكل نشاط:

النشاط	النشاط السابق	الوقت بالارقام			الوقت المتوقع	الانحراف المعياري	التباين
		المتشائم	الأكثر احتمالا	المتفائل			
A	–	36	18	12	20	4	16
B	A	34	16	10	18	4	16
C	B	44	14	8	18	6	36
D	B	32	14	8	16	4	16
E	D	20	14	8	14	2	4
F	A	44	20	8	22	6	36
G	C, E, F	16	10	4	10	2	4

- **حساب الوقت المتوقع للنشاط (A):**

$$\text{الوقت المتوقع} = \frac{\text{الوقت المتشائم} + 4(\text{الوقت الأكثر إحتمالا}) + \text{الوقت المتفائل}}{6}$$

$$\text{الوقت المتوقع للنشاط}(A) = \frac{36+(18)4+12}{6}$$

$$\text{الوقت المتوقع للنشاط}(A) = 20$$

- **حساب الانحراف المعياري للنشاط (A):**

$$\text{الانحراف المعياري} = \frac{\text{الوقت المتشائم} - \text{الوقت المتفائل}}{6}$$

$$\text{الانحراف المعياري} = \frac{12-36}{6}$$

$$\text{الانحراف المعياري} = 4$$

- **حساب التباين للنشاط (A):**

$$\text{التباين} = \left(\frac{\text{الوقت المتشائم} - \text{الوقت المتفائل}}{6}\right)^2$$

$$\text{التباين} = \left(\frac{36-12}{6}\right)^2$$

$$\text{التباين} = (4)^2$$

$$\text{التباين} = 16$$

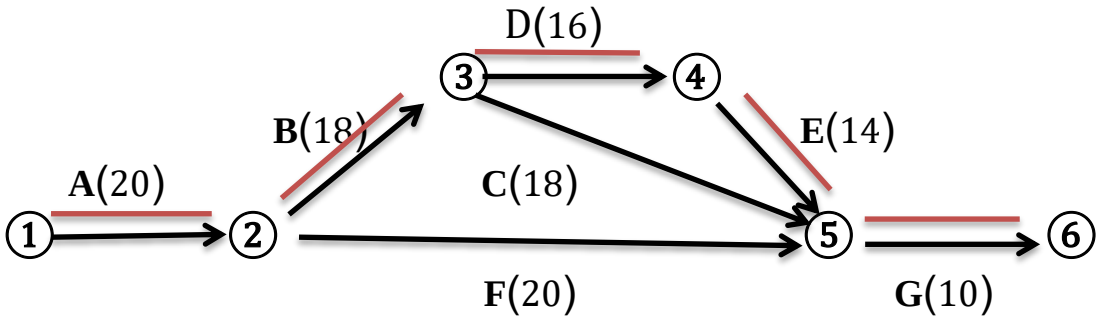
ومنه:

التباين= مربع الانحراف المعياري

ملاحظة: يتم حساب الوقت المتوقع والتباين والانحراف المعياري لبقية الأنشطة بنفس الطريقة.

2. رسم شبكة الأعمال مع توضيح الوقت المبكر والمتأخر لكل نشاط:

- **رسم شبكة الأعمال:**



- **تحديد المسار الحرج والوقت المتوقع لتنفيذ المشروع:**

المسار الأول: A ← B ← D ← E ← G

طول المسار: 20 + 18 + 16 + 14 + 10 = 78 يوم

المسار الثاني: A ← B ← C ← G

طول المسار: 20 + 18 + 18 + 10 = 66 يوم

المسار الثالث A ← F ← G

طول المسار: **20 + 22 + 10 = 52 يوم**

- **تحديد المسار الحرج:** ومن ثم يتضح أن المسار الأول هو المسار الحرج (G, E, D, B, A) والموضح على شبكة الاعمال بخط مزدوج، وطول المسار هو 78 أطول مسار على الشبكة.
- **الوقت المتوقع لتنفيذ المشروع** = طول المسار الحرج = 78 يوم.
- **تحديد الوقت المبكر والوقت المتأخر للأنشطة:**

اسم النشاط	الأنشطة السابقة	الوقت المتوقع	الأوقات المبكرة		الأوقات المتأخرة		وقت السماح الكلي	النشاط الحرج
			للبداية	للنهاية	للبداية	للنهاية		
A	–	20	0	20	0	20	0	حرج
B	A	18	20	38	20	38	0	حرج
C	B	18	38	56	50	68	12	غير حرج
D	B	16	38	54	38	54	0	حرج
E	D	14	54	68	54	68	0	حرج
F	A	22	20	42	46	68	26	غير حرج
G	C, E, F	10	68	78	68	78	0	حرج

3. حساب احتمال إتمام المشروع خلال 90 يوم:

- تحديد الانحراف المعياري للانشطة الحرجة(G, E, D, B, A):

$$\delta = \sqrt{(\frac{Tpé - Top}{6})^2}$$

$$\delta$$

$$\delta = \sqrt{(\frac{36-12}{6})^2 + (\frac{34-10}{6})^2 + (\frac{32-8}{6})^2 + (\frac{20-8}{6})^2 + (\frac{16-4}{6})^2}$$

$$\delta = \sqrt{(4)^2 + (4)^2 + (4)^2 + (2)^2 + (2)^2}$$

$$\delta = \sqrt{16 + 16 + 16 + 4 + 4}$$

$$\delta = \sqrt{56}$$

$$\delta = 7.49$$

- تحديد قيمة المتغير الطبيعي القياسي(Z):

$$Z = \frac{Ds - Dé}{\delta}$$

$$Z = \frac{90 - 78}{7.49} = 1.6$$

من جدول التوزيع الطبيعي نجد أن الاحتمال المقابل للإحصائية $Z = 1.6$ والناتج عن تقاطع الصف مع العمود قدره: 0.94520 أي أن احتمال انهاء المشروع خلال 90 يوم هو: 94.52%، والشكل التالي يوضح كيفية استخراج الاحتمال من جدول التوزيع الطبيعي.

z	Second decimal place in z									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706

- حساب احتمال إتمام المشروع خلال 70 يوم:

$$Z = \frac{70 - 78}{7.49} = -1.07$$

من جدول التوزيع الطبيعي نجد أن الاحتمال المقابل للإحصائية $Z = -1.07$ والناتج عن تقاطع الصف مع العمود قدره: 0.8577، ونظرا لأن قيمة(Z) سالبة فإنه يمكن الحصول على الاحتمال المرتبط بانهاء المشروع خلال 70 يوم عن طريق طرح القيمة المقابلة لقيمة (Z) هي: 0.8577 من الواحد الصحيح، أي:

احتمال انهاء المشروع خلال 70 يوم = 1 − 0.8577 = 0.1423 أي 14.23%

- حساب احتمال إتمام المشروع خلال 82 يوم:

$$Z = \frac{82 - 78}{7.49} = 0.53$$

من جدول التوزيع الطبيعي نجد أن الاحتمال المقابل للإحصائية $Z = 0.53$ والناتج عن تقاطع الصف مع العمود قدره: 0.7019 أي أن احتمال انهاء المشروع خلال 82 يوم هو: 70.19%،

- حساب الوقت المتوقع لإتمام المشروع بدرجة ثقة 95%:

لحساب الوقت اللازم لتنفيذ المشروع بدرجة ثقة معينة يتم استخدام القاعدة التالية:

الوقت اللازم بدرجة ثقة معينة = طول المسار الحرج + [معامل درجة الثقة × الانحراف المعياري للمشروع]

نبحث عن معامل درجة الثقة، من خلال البحث داحل جدول التوزيع الطبيعي عن القيمة 0.95، والتي لن نجدها بالضبط، وبالتالي سنبحث عن أقرب قيمة لها، وذلك من خلال حصرها بين قيمتين، حيث أن القيمة الأولى ستكون أصغر منها والقيمة الثانية ستكون أكبر منها، مع العلم أن القيمة 0.95 تقع بينهما، كما هو موضح في جدول التوزيع الطبيعي:

	Second decimal place in z									
z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.94	0.9495	0.9505	9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767

أي نختار إما القيمة 0.9495 أو القيمة 0.9505، وهنا نشير إلى أن المراجع تختلف في تحديد القيمة التي نختارها، نحن سنعتمد على حساب الفرق، أو ما نصطلح على تسميته بالمسافة، بعد حساب الفروق نجد أن:

$0.0005 = 0.9495 - 095$ أو $0.0005 = 0.95 - 0.9505$

نختار أصغر فرق، وفي هذه الحالة نختار احدى القيمتين لتساوي الفرق، وبالتالي نختار القيمة 0.9495 والتي تقابل السطر 1.6 والعمود 0.04، بالتالي معامل درجة الثقة المقابل لدرجة الثقة 0.95 هو 1.64 ومنه:

الوقت المتوقع لإتمام المشروع بدرجة ثقة $(\mathbf{95\%}) = \mathbf{78} + [\mathbf{7.49} \times \mathbf{1,64}]$

الوقت المتوقع لإتمام المشروع بدرجة ثقة $(\mathbf{95\%}) = \mathbf{90}$ يوم تقريبا

تمارين مقترحة للحل

التمرين الأول: تقوم وكالة اتصالات الجزائر بالجلفة بمراقبة خطوط تركيب الهواتف، من خلال جدول الأعمال الآتي:

النشاط	الأنشطة السابقة	الوقت اللازم لتنفيذ النشاط
A	**–**	**04**
B	**A**	**07**
C	**B**	**08**
D	**C**	**07**
E	**C**	**06**
F	**D**	**09**
G	**E, D**	**11**
H	**E, F, G**	**12**

المطلوب:

1. رسم شبكة الأعمال مع تحديد المسارات المختلفة والمسار الحرج والوقت اللازم لإتمام المشروع.
2. تحديد الوقت المبكر والوقت المتأخر للأحداث.
3. تحديد الوقت المبكر والمتأخر ووقت السماح الكلي لكل نشاط.

التمرين الثاني: تقوم بلدية الجلفة بدراسة مشروع إمداد الصرف الصحي، من خلال جدول الاعمال:

النشاط	النشاط السابق	الوقت بالارقام		
		المتشائم	الأكثر احتمالا	المتفائل
A	–	14	05	02
B	–	21	18	03
C	A	17	14	05
D	B	05	05	02
E	C, D	04	04	01
F	B	15	15	06

المطلوب:

- حساب الوقت المتوقع والتباين والانحراف المعياري لكل نشاط.
- رسم شبكة الأعمال مع توضيح الوقت المبكر والوقت المتأخر لكل نشاط.
- حساب احتمال إتمام المشروع خلال 20 يوم، 30 يوم، 35 يوم
- حساب الوقت المتوقع لإتمام المشروع بدرجة ثقة 95%.

المحور الرابع

تسويق الخدمة: نظرية خطوط الانتظار

تمهيد: تعد نظرية خطوط الانتظار ظاهرة شائعة تظهر حينما يكون الطلب على خدمة معينة يفوق ما هو معروض منها في لحظة زمنية معينة؛ وبالتالي تتكون صفوف (طوابير) نتيجة للوصول العشوائي للوحدات الطالبة للخدمة وانتظار دورها لتلقيها، فيتوجب على الزبون الذي يصل إلى مركز تقديم الخدمة أن يأخذ مكانه في صف الانتظار يلي فيه من سبقه، تطبيقا لمبدأ الأولوية في الحصول على الخدمة لمن يأتي أولا، وهذا يعني أهمية وقت وصول الزبون، ولصعوبة التنبؤ بالوقت الذي تصل فيه الوحدات لطلب الخدمة أو الوقت المطلوب لإنجازه تلك الخدمة، تختص النظرية بوضع الاساليب الرياضية الازمة لحل المشكلة، ويكون ذلك عن طريق قياس دقيق لمتوسط وقت الانتظار للحصول على الخدمة، وبالتالي فنظرية صفوف الانتظار أداة تسمح بنمذجة وظيفة مركز الخدمة.

1.مفهوم نظرية صفوف الانتظار: ترجع أصول خطوط الانتظار إلى المهندس (**Erlang**)، عندما اهتم بدراسة وتحليل مشكلة الازدحام في المكالمات الهاتفية سنة 1959، ثم انشغل بها بعد الحرب العالمية الثانية، وتوسع مجال تطبيقها في القطاعات الخدمية والإنتاجية، ويعرف أسلوب خطوط الانتظار بأنه أسلوب وطريقة كمية تستخدم في معالجة مشاكل نظم الانتظار المختلفة من حيث احتمال وصول الزبائن المستفيدين من الخدمة، وطريقة تقديم الخدمة، وفترة كلفة التأخير في الانتظار، وتساهم نظرية خطوط الانتظار في الإجابة عن أسئلة متخذ القرار المتعلقة بمشكلة الانتظار، ومن هذه الأسئلة[1]:ما هو وقت انتظار الزبائن في خط الانتظار ؟، ما هو معدل وقت تقديم الخدمة للزبون؟، ما هو متوسط عدد الزبائن في خط الانتظار ؟، ما هو متوسط عدد الزبائن في النظام؟، ما هو احتمال وجود عدد معين من الزبائن في النظام؟

2.المكونات الاساسية لصفوف الانتظار: يتكون نظام صفوف الانتظار من العناصر التالية:

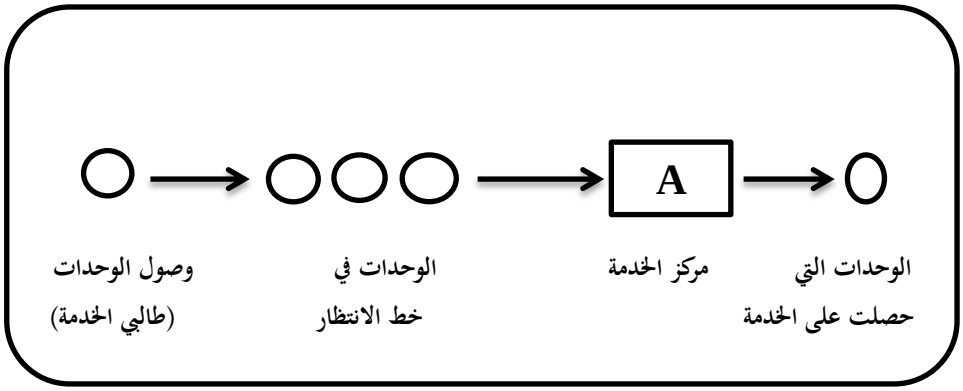
- **الوحدات:** عدد طالبي الخدمة الذين يصلون إلى مركز الخدمة خلال فترة زمنية محددة، وقد يكون نمط الوصول إما عشوائيا أو ثابتا ومحدد[2].
- **صف (طابور) الانتظار:** حيث يقوم الزبون بالانتظار حتى يأتي عليه الدور للحصوص على الخدمة[3].

[1] محمد الفاتح المغربي، **بحوث العمليات في المحاسبة**، الأكاديمية الحديثة للكتاب الجامعي ، القاهرة، ط01، 2017، ص 162.

[2] إبراهيم موسى عبد الفتاح، **مقدمة في بحوث العمليات: نماذج وتطبيقات**، المكتبة العلمية، الزقازيق، مصر، 2006، ص453– 454.

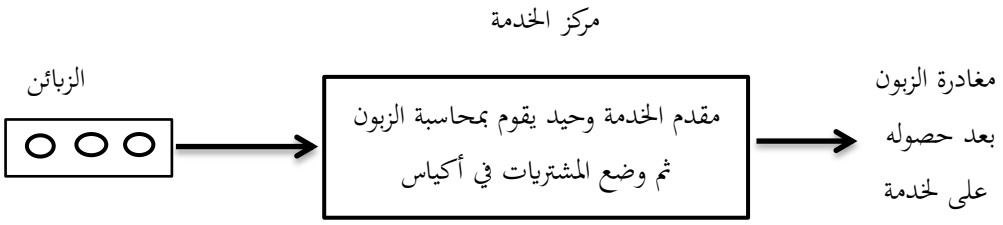
[3] وليد خالد البلك، **مرجع سابق**، ص 313.

- **مركز الخدمة:** الموقع الذي يتم فيه تقديم الخدمة، أي المكان الذي يصل إلى الوحدات التي ترغب في التعامل معها على الخدمة[1]. ويمكن توضيح نظار خطوط الانتظار بالشكل التالي:

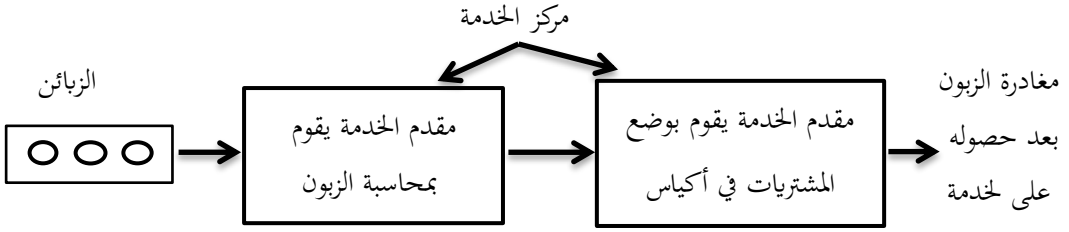


3. أنواع خطوط الانتظار: يمكن تصنيف خطوط الانتظار إلى الأنواع التالية[2] :

- **خط انتظار واحد ومركز خدمة واحد:** هو أبسط الأنواع، حيث يتم تقديم الخدمة من مركز خدمة واحد وبمرحلة واحدة، ويمكن توضح ذلك في الشكل الآتي:



- **خط انتظار واحد ومركز خدمة واحد بأكثر من مرحلة:** يتم تقديم الخدمة من خلال مركز خدمة يتضمن عدة مراحل لإكمال الخدمة المطلوبة، ويمكن توضيح ذلك في الشكل الآتي:

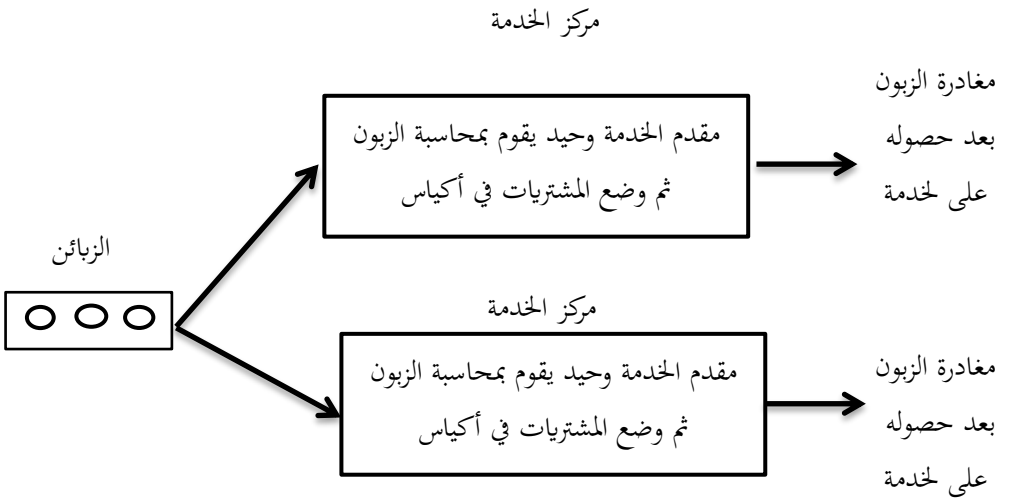


- **خط انتظار متعدد مراكز الخدمة:** يتم تقديم الخدمة من عدة مراكز خدمة، وكل مركز يقدم الخدمة بمرحلة واحدة، ويمكن توضيح ذلك الشكل الآتي:

---

[1] محمد الفاتح المغربي، **مرجع سابق**، ص 162.

[2] محمد الفاتح المغربي، **مرجع سابق**، ص 163–164.



4.تطبيقات نماذج خطوط الانتظار: نظرية صفوف الانتظار لها تطبيقات واسعة في المجالات الحياتية فإحدى تطبيقات صفوف الانتظار المهمة التي نواجهها جميعا في حياتنا اليومية هي المجالات الخدمية مثال على ذلك صالون حلاقة فالحلاقون يمثلون مراكز الخدمة والزبائن يمثلون الوحدات الطالبة للخدمة ونفس الحال ينطبق على المطاعم ودور السينما والمصارف وغيرها، تطبيق آخر لصفوف الانتظار هو مجال النقل فمن الممكن أن تكون وسائط النقل هي الوحدات الطالبة للخدمة مثال ذلك سيارات تنتظر أمام مكتب تحصيل الرسوم أو الإشارات الضوئية شاحنة أو سفينة انتظار للتحميل أو التفريغ، طائرات انتظار الهبوط أو الإقلاع من مدرج (مركز الخدمة) وفي حالات أخرى تكون وسائط النقل هي مراكز الخدمة مثال ذلك سيارات الأجرة وسيارات اطفاء الحريق والرافعات أو المصاعد، هناك أمثلة عديدة أخرى لصفوف الانتظار مثل انتظار المكائن العاطلة (الوحدات الطالبة للخدمة) في صف لغرض تقديم الخدمة لها أي تصليحها من قبل المصلح (مركز الخدمة) وكذلك فإن المستشفيات تمثل صفوف الانتظار من حيث انتظار المرضى لتقديم الخدمة الصحية لهم المتمثلة بالأطباء أو سيارات الإسعاف أو أسرة المستشفى[1].

5. الأساليب الكمية لنماذج صفوف الانتظار: إن دراسة مشكلة صفوف الانتظار باستخدام بعض الصيغ الرياضية والاحتمالية تمكن منشآت الأعمال أو المنظمات بشكل عام من التعرف على المؤشرات والمقاييس التالية[2]:

- احتمال أن يكون مركز الخدمة عاطلاً (أي لا يوجد صف انتظار).

[1] حامد سعد نور الشمرتي، علي خليل الزبيدي، **مدخل إلى بحوث العمليات**، دار مجدلاوي للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ط 01، 2007، ص 455– 456.

[2] إبراهيم موسى عبد الفتاح، **مرجع سابق**، ص462.

- احتمال وجود عدد معين من الزبائن في النظام.
- احتمال أن يكون مركز الخدمة مشغولا ويضطر الزبون للانتظار.
- متوسط عدد الزبون المنتظرين في النظام.
- متوسط عدد الزبون المنتظرين في صف الانتظار.
- متوسط الوقت الذي يقضيه الزبون في النظام.
- متوسط الوقت الذي يقضيه الزبون في صف الانتظار قبل أن يقدم له الخدمة.

مما تساعد الإدارة على فهم خصائص تشغيل نظام صفوف الانتظار وهذا بدوره يمكن الإدارة من معرفة ما إذا كان مستوى الخدمة في النظام يسير حسب المستوى المرغوب فيه، أم أن الأمر يحتاج إلى التدخل من أجل تحسين مستوى الخدمة[1]، وتوجد العديد من الأساليب الكمية لصفوف الانتظار والتي تختلف حسب نوع خط الانتظار، فوصول الزبائن يتبع توزيع بواسون أما فترات الخدمة تتبع التوزيع الاسي، وسيتم التركيز على نوذجين هما:

- **نموذج خط انتظار واحد وقناة خدمة واحدة:** يفترض هذا النموذج وجود صف انتظار واحد به العديد من الزبائن يطلبون الخدمة من مركز خدمة واحد، ويبنى هذا النموذج على مجموعة الفروض التالية[2]:
  - صف انتظار واحد .
  - مركز خدمة واحد.
  - طاقة النظام غير محددة.
  - نظام خدمة الزبون: من يأتي أولا يخدم أولا FIFO.
  - وصول الزبائن هو متغير عشوائي يتبع توزيع بواسون بمتوسط معدل وصول λ لكل وحدة زمنية.
  - زمن الخدمة هو متغير عشوائي يتبع التوزيع الأسى بمتوسط معدل خدمة μ لكل وحدة زمنية.
  - معدل وصول العملاء أقل من معدل أداء الخدمة لهم ، أي أن $\lambda < \mu$

[1] إبراهيم موسى عبد الفتاح، **مرجع سابق**، ص 463 .

[2] إبراهيم موسى عبد الفتاح، **مرجع سابق**، ص463– 464.

- عدم تذمر العملاء بسبب طول صف الانتظار وعدم مغادرة العميل للصف متى تم دخوله وأن يكون وصول العملاء منفردين.

وتوجد مجموعة من العلاقات المستخدمة في تحليل النظام بموجب هذا النموذج نعرضها فيما يلي[1]:

–احتمال أن يكون مركز الخدمة مشغولاً بأداء الخدمة للزبون(معامل الاستخدام)، والذي يعني في نفس الوقت احتمال أن يضطر الزبون للانتظار في الصف هو: $P= \frac{\lambda}{\mu}$

–احتمال أن يكون النظام غير مشغول بالزبائن(أي عاطلا) هو: $P(X=0)= P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$

حيث:

X: متغير عشوائي يشير إلى عدد الزبائن الموجودين في النظام.

– احتمال وجود (n) من الزبائن في النظام هو: $P(X=n)= P_n = (\frac{\lambda}{\mu})^n (1 - \frac{\lambda}{\mu})$

أي احتمال وجود زبون واحد في النظام هو:

$$P(X=1)= P_1 = (\frac{\lambda}{\mu})^1 (1 - \frac{\lambda}{\mu})$$

–متوسط عدد الزبائن في النظام: $L_S = \frac{\lambda}{\mu-\lambda}$

–متوسط عدد الزبائن في صف الانتظار: $L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)}$

وكما هو واضح فإنه يوجد فرق بين عدد الزبائن في النظام وعدد الزبائن في الصف، فعدد الزبائن في النظام يساوي عدد الزبائن الواقفين في الصف بالإضافة إلى عدد الزبائن الذين يقدمون لهم الخدمة.

– متوسط الزمن الذي يقضيه الزبون في النظام: $W_s = \frac{1}{\mu-\lambda}$

– متوسط الزمن الذي يقضيه الزبون في صف الانتظار: $W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)}$

ويمكن اثبات أن:

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu}$$

–احتمال أن يقضي الزبون أكثر من t وحدة زمنية في النظام:

[1] إبراهيم موسى عبد الفتاح، **مرجع سابق**، ص464– 468.

$$P_S(\mathrm{x} > \mathrm{t}) = e^{-t/w_s} \qquad , \mathrm{t} \geq 0$$

–احتمال أن يقضي الزبون أكثر من t وحدة زمنية في الانتظار:

$$P_q(\mathrm{x} > \mathrm{t}) = \frac{\lambda}{\mu} e^{-t/w_s} \qquad , \mathrm{t} > 0$$

مثال: محطة بنزين بها مضخة واحدة، وتصل السيارات إلى المحطة وفقًا لتوزيع بواسون بمعدل 12 سيارة كل ساعة، فإذا كان زمن خدمة السيارات بالمحطة يتبع التوزيع الأسى بمتوسط 04 دقائق لكل سيارة.

المطلوب:

1. ما هو احتمال أن تكون المحطة مشغولة بخدمة سيارة واحدة.

2. ما هو احتمال أن تكون المحطة خالية بدون استخدام.

3. ما هو متوسط عدد السيارات في المحطة.

4. ما هو متوسط عدد السيارات في صف الانتظار.

5. ما هو متوسط الزمن الذي تقضيه السيارة في المحطة.

6. ما هو متوسط الزمن الذي تقضيه السيارة في صف الانتظار.

7. ما هو احتمال أن تقضي السيارة في المحطة أكثر من 40 دقيقة.

8. ما هو احتمال أن تقضي السيارة في صف الانتظار أكثر من 20 دقيقة.

9. ما هو احتمال أن يكون بالمحطة n سيارة تنتظر الخدمة.

10. أوجد احتمال أن يكون في المحطة 03 سيارات على الأكثر.

الحل:

لدينا:

معدل وصول: λ = 12 ساعة، معدل الخدمة: $\mu = \frac{60}{4}$ = 15(سيارة/ساعة).

1. حساب احتمال أن تكون المحطة مشغولة بخدمة سيارة واحدة هو:

$$\mathrm{P}= \frac{\lambda}{\mu} \Rightarrow \mathrm{P}= \frac{12}{15} \Rightarrow \mathrm{P}= 0.8$$

يعني أن احتمال أن تكون المحطة مشغولة هو: 80% من الوقت.

2. حساب احتمال ان تكون المحطة خالية بدون استخدام:

$$P(X=0)= P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu} \Rightarrow P_0 = 1 - \frac{12}{15} \Rightarrow P_0 = 1 - 0.8 \Rightarrow P(X=0)=0.2$$

3. متوسط عدد السيارات في المحطة (أي في النظام):

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu-\lambda} \Rightarrow L_s = \frac{12}{15-12} \Rightarrow L_s = 04 \text{ (سيارة)}$$

4. متوسط عدد السيارات في صف الانتظار:

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)} \Rightarrow L_q = \frac{12^2}{15(15-12)} \Rightarrow L_q = 03.2 \text{(سيارة)}$$

5. متوسط الزمن الذي تقضيه السيارة في المحطة:

$$W_s = \frac{1}{\mu-\lambda} \Rightarrow W_s = \frac{1}{15-12} \Rightarrow W_s = \frac{1}{3} \text{ (ساعة)}$$

$$\Rightarrow W_s = \frac{1}{3} (60)$$

$$\Rightarrow W_s = 20 \text{ (دقيقة)}$$

6.متوسط الزمن الذي تقضيه السيارة في صف الانتظار (قبل الدخول للمحطة):

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)} \Rightarrow W_q = \frac{12}{15(15-12)} \Rightarrow W_q = \frac{4}{15} \text{(ساعة)}$$

$$\Rightarrow W_q = \frac{4}{15} (60)$$

$$\Rightarrow W_q = 16 \text{ (دقيقة)}$$

7.لإيجاد احتمال أن تقضي السيارة في المحطة أكثر من 40 دقيقة:

نفرض أن الزمن الذي تقضيه السيارة في المحطة هو المتغير العشوائي T حيث:

$$P(T> t) = e^{-t/w_s} \quad , t \geq 0$$

إذن احتمال أن تقضي السيارة في المحطة أكثر من 40 دقيقة هو :

$$P(T > 40) = e^{-40/20} = e^{-2} = 0.135$$

ومعنى هذا انه يوجد احتمال قدره 13.5 % أن تنتظر السيارة في المحطة لأكثر من 40 دقيقة.

8. احتمال أن تنتظر السيارة في صف الانتظار أكثر من 20 دقيقة:

$$P_q(\mathrm{x} > \mathrm{t}) = \frac{\lambda}{\mu} e^{-t/w_s} \qquad , \mathrm{t} > 0$$

$$= \frac{12}{15} e^{-20/20}$$

$$= \frac{4}{5} e^{-1}$$

$$= \frac{4}{5}\left(\frac{1}{2.718}\right)$$

$$= 0.294$$

9. لإيجاد احتمال أن يكون بالمحطة n سيارة، نفرض أن عدد السيارات الموجودين بالمحطة هو المتغير العشوائي x ، إذن احتمال أن يكون بالمحطة n سيارة:

$$\mathrm{P(X=n)} = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)$$

$$= \left(\frac{12}{15}\right)^n \left(1 - \frac{12}{15}\right)$$

$$= \left(\frac{4}{5}\right)^n (0.2)$$

10.احتمال وجود 03 سيارات على الأكثر بالمحطة:

$$\mathrm{P(x \leq 3) = P(x = 0) + P(x=1) + P(x = 2) + P(x = 3)}$$

$$= P_o + P_1 + P_2 + P_3$$

$$= \left(\frac{4}{5}\right)^0 (0.2) + \left(\frac{4}{5}\right)^1 (0.2) + \left(\frac{4}{5}\right)^2 (0.2) + \left(\frac{4}{5}\right)^3 (0.2)$$

$$= 0.2 + 0.16 + 0.128 + 0.1024$$

= 0.5904

- **نموذج خط انتظار واحد ذي قنوات خدمة متعددة:** يفترض هذا النموذج وجود أكثر من قناة خدمة، أي اثنين أو أكثر من قنوات الخدمة التي تقدم الخدمة نفسها إلى الزبائن القادمين، وإن وصول القادمين يتبع توزيع بواسون، وإن أوقات الخدمة تتبع التوزيع الأسي، وإن من يأتي أولا خدمة أولا، كما أن النموذج يفترض أن معدل الخدمة مضروبا بعدد قنوات الخدمة يجب أن يكون أكبر من معدل الوصول أي (k)[1]، ولوصف خصائص هذا النموذج في حل المشاكل تستخدم العلاقات الرياضية التالية[2]:

– احتمال ان يكون النظام غير مشغول بالزبائن(عاطلا):

$$P(X=0)= P_0=\frac{1}{\sum_{n=0}^{k-1}\frac{(\lambda/\mu)^n}{n!}+\frac{(\lambda/\mu)^k}{k!}\left[\frac{k\mu}{k\mu-\lambda}\right]}$$

وتوجد جداول خاصة بحساب قيمة احتمال P_0 عندما يكون هناك عدد k من مراكز الخدمة، حيث k>1، وتكون هي القيمة الناتجة عن تقاطع السطر (μk) والعمود(k) ينظر الملحق رقم 01.

–احتمال ان يكون النظام مشغولا ويضطر الزبون للانتظار في الصف:

$$P(X \geq k) = \frac{\mu\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k}{(k-1)!(k\mu-\lambda)} P_0$$

– متوسط عدد الزبائن في صف الانتظار:

$$Lq = \frac{\lambda\mu\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k}{(k-1)!(k\mu-\lambda)^2} P_0$$

– متوسط عدد الزبائن في النظام:

$$L_S= Lq + \frac{\lambda}{\mu}$$

– متوسط وقت انتظار الزبون في صف الانتظار:

$$W_q= \frac{\mu\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k}{(k-1)!(k\mu-\lambda)^2} P_0$$

[1] محمد الفاتح المغربي، **مرجع سابق**، ص 169.

[2] إبراهيم موسى عبد الفتاح، **مرجع سابق**، ص478– 479.

– متوسط وقت انتظار الزبون في النظام:

$$W_S = W_q + \frac{1}{\mu}$$

مثال: مطعم للوجبات السريعة لديه أربعة مكاتب لاستقبال الزبائن، فإذا كان الزبائن يصلون إلى المطعم بمعدل 60 زبون على مدى 6 ساعات، وأن الزمن الذي تستغرقه خدمة الزبون يتبع توزيع أسى بمتوسط 20 دقيقة للزبون الواحد.

المطلوب:

– أوجد احتمال أن يكون المطعم خالي بدون خدمة.

– أوجد احتمال أن تكون كل المكاتب بالمطعم مشغولة ويضطر الزبون أن ينتظر في صف انتظار.

– أحسب متوسط عدد الزبائن المنتظرين للخدمة في صف الانتظار.

– أحسب متوسط عدد الزبائن في المطعم (أي في النظام).

– أحسب متوسط الوقت الذي يأخذه الزبون في صف الانتظار.

– أحسب متوسط الوقت الذي يأخذه الزبون في المطعم لأداء خدمته.

– أوجد الوقت الذي يستغرقه مكتب الاستقبال في خدمة الزبائن في الأسبوع (أي متوسط عدد الساعات التي يكون فيها مكتب الاستقبال بالمطعم مشغولاً في الأسبوع).

الحل:

لدينا: عدد مراكز الخدمة: $k= 04$

معدل وصول الزبائن في الساعة: (زبون/ ساعة) $\lambda= \frac{60}{6} = 10$

معدل خدمة الزبون في الساعة: (زبون/ساعة) $\mu= \frac{60}{20} = 03$

1. احتمال أن يكون المطعم خالي بدون خدمة:

$$P(X=0)= P_0=\frac{1}{\sum_{n=0}^{k-1}\frac{(\lambda/\mu)^n}{n!}+\frac{(\lambda/\mu)^k}{k!}\left[\frac{k\mu}{k\mu-\lambda}\right]}$$

$$P(X=0)= P_0=\frac{1}{(\frac{(10/3)^1}{1!}+\frac{(10/3)^2}{2!}+\frac{(10/3)^3}{3!})+\frac{(10/3)^4}{4!}\left[\frac{4\times3}{4\times3-10}\right]}$$

$$P(X=0)= P_0=\frac{1}{(\frac{(10/3)^0}{0!}+\frac{(10/3)^1}{1!}+\frac{(10/3)^2}{2!}+\frac{(10/3)^3}{3!})+\frac{(10/3)^4}{4!}\left[\frac{4\times3}{4\times3-10}\right]}$$

$$P(X=0)= P_0=\frac{1}{(1+\frac{10}{3}+\frac{100}{18}+\frac{1000}{162})+\frac{10000}{1944}[06]}$$

$$P(X=0)= P_0=\frac{1}{46.91}$$

$$P(X=0)= P_0=0.0213$$

أي أن هناك احتمالا قدره 2.23 % أن يكون المطعم خالي من الزبائن.

ويمكن ايجاد قيمة الاحتمال P_0 مباشرة من الجدول بالملحق رقم (01) كمايلي:

العمود: k= 04، السطر: $\frac{\lambda}{k\mu} = \frac{10}{4\times3} = 0.83$

منه قيمة الاحتمال P_0 تنتج عن تقاطع السطر والعمود وهي: $P_0=0.0219$

ونشير إلى أن الفرق بين القيمتين ناتج عن عملية التقريب فقط.

Number of Channels, S							
$\frac{\lambda}{k\mu}$	1	2	3	4	5	6	7
.80	0.2000	0.1111	0 0562	0.0173	0 0130	0 0061	0 0028
.81	0.1900	0.1050	0 0527	0.0254	0 0120	0 0056	0 0026
.82	0.1800	0.0989	0.0493	0.0236	0 0111	0 0051	0.0023
.83	0.1700	0.0927	0.0460	0.0219	0.0102	0 0047	0 0021
.84	0 1600	0.0870	0.0428	0.0202	0.0093	0 0042	0 0019
.85	0.1500	0.0811	0.0396	0.0186	0 0085	0 0038	0 0017
.86	0.1400	0 0753	0.0366	0.0170	0.0077	0 0035	0 0015
.87	0.1300	0.0695	0.0335	0.0155	0 0070	0 0031	0 0014
.88	0.1200	0 0638	0.0306	0.0140	0 0063	0 0028	0 0012
.89	0.1100	0.0582	0.0277	0.0126	0 0056	0 0024	0 0011
.90	0.1000	0.0526	0.0249	0.0113	0 0050	0 0021	0 0009
.91	0.0900	0.0471	0.0222	0 0099	0 0043	0 0019	0 0008
.92	0.0800	0.0417	0.0195	0.0087	0 0038	0 0016	0 0007
.93	0 0700	0.0363	0.0168	0 0075	0 0032	0 0014	0 0006
.94	0.0600	0 0309	0.0143	0 0063	0.0027	0 0011	0 0005
.95	0.0500	0.0256	0.0118	0.0051	0.0022	0 0009	0 0004
.96	0.0400	0.0204	0.0093	0.0040	0.0017	0 0007	0 0003
.97	0.0300	0.0152	0.0069	0 0030	0 0012	0 0005	0 0002
.98	0.0200	0.0101	0 0045	0.0019	0 0008	0 0003	0 0001
.99	0.0100	0.0050	0.0022	0.0010	0 0004	0 0002	0.0001

2. ايجاد احتمال أن تكون كل المكاتب بالمطعم مشغولة ويضطر الزبون أن ينتظر في صف انتظار:

$$P(X \geq k) = \frac{\mu\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k}{(k-1)!(k\mu-\lambda)} P_0$$

$$P(X \geq 4) = \frac{3\left(\frac{10}{3}\right)^4}{(4-1)!(4\times3-10)} (0.0213)$$

$P(X \geq 4) = 0.6574$

3. حساب متوسط عدد الزبائن المنتظرين للخدمة في صف الانتظار:

$$Lq = \frac{\lambda\mu\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k}{(k-1)!(k\mu-\lambda)^2} P_0$$

$$Lq = \frac{4\times3\left(\frac{10}{3}\right)^4}{(4-1)!(4\times3-10)^2} (0.0213)$$

$Lq = 3.28$ (زبون)

4. حساب متوسط عدد الزبائن في المطعم (أي في النظام):

$$L_S = Lq + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$L_S = 3.28 + \frac{10}{3}$$

$L_S = 6.61$ (زبون)

5. أحسب متوسط الوقت الذي يأخذه الزبون في صف الانتظار:

$$W_q = \frac{\mu\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k}{(k-1)!(k\mu-\lambda)^2} P_0$$

$$W_q = \frac{3\left(\frac{10}{3}\right)^4}{(4-1)!(4\times3-10)^2} (0.0213)$$

$W_q = 0.328$ (ساعة)

$W_q = 0.328\ (60)$

$W_q = 19.68 \approx 20$ (دقيقة)

6. حساب متوسط الوقت الذي يأخذه الزبون في المطعم لأداء خدمته:

$$W_S = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$W_S = 0.328 + \frac{1}{3}$$

$W_S = 0.661$(ساعة)

$W_S = 0.661(60)$

$W_S = 39.66 \approx 40$(دقيقة)

7. لإيجاد الوقت الذي يستغرقه مكتب الاستقبال في خدمة الزبائن في الأسبوع (أي متوسط عدد الساعات التي يكون فيها مكتب الاستقبال بالمطعم مشغولاً في الأسبوع).

لدينا:

معامل الاستخدام: $P = \frac{\lambda}{k\mu} = \frac{10}{4\times3} = 0.83$

متوسط عدد الساعات التي يقضيها مكتب الاستقبال في خدمة الزبائن في اليوم (6 ساعات):

$6\times 0.83 = 4.98$ (ساعة)

متوسط عدد الساعات التي يقضيها مكتب الاستقبال في خدمة الزبائن في الاسبوع (6 أيام عمل):

$6\times 4.98 = 29.88 \approx 30$ (ساعة)

تمارين مقترحة للحل

التمرين الأول: وكالة شركة الكهرباء والغاز بالجلفة تتكون من شباك واحد لتقديم الخدمة، فإذا كان الزبائن يصلون إلى الوكالة بمعدل 15 زبون/ساعة، وأن الزمن الذي تستغرقه خدمة الزبون يتبع توزيع أسى بمتوسط 3 دقائق/زبون.

المطلوب:

1. أوجد معامل الاستخدام (P)، وما هو متوسط عدد الزبائن في النظام وخط الانتظار؟
2. ما هو متوسط الوقت الذي يقضيه الزبون في النظام وفي خط الانتظار؟
3. أحسب وقت الفراغ في اليوم إذا علمت أن ساعات العمل اليومي هي 8 ساعات.

التمرين الثاني: مكتبة كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير بجامعة الجلفة تخصص إثنين من موظفيها لتقديم خدمة استعارة الكتب لطلابها، فإذا كان الطلاب يصلون إلى المكتبة بمعدل 06 طالب/دقيقة، وأن الزمن الذي تستغرقه خدمة الطالب يتبع توزيع أسى بمتوسط 10 دقائق/زبون.

المطلوب:

1. أوجد احتمال أن تكون المكتبة خالية من الطلاب.

2. أوجد احتمال أن يكون كل موظف بالمكتبة مشغولا ويضطر الطالب أن ينتظر في صف انتظار.

3. أحسب متوسط عدد الطلاب المنتظرين للخدمة في صف الانتظار.

4. أحسب متوسط عدد الطلاب في المكتبة (أي في النظام).

5. أحسب متوسط الوقت الذي يأخذه الطالب في صف الانتظار.

6. أحسب متوسط الوقت الذي يأخذه الطالب في المكتبة لأداء خدمته.

7. أوجد الوقت الذي يستغرقه الموظف في خدمة الطلاب في الأسبوع (أي متوسط عدد الساعات التي يكون فيها الموظف بالمكتبة مشغولاً في الأسبوع).

المحور الخامس

تحليل قناة التوزيع: نماذج النقل والتوزيع

تمهيد: تهتم نماذج النقل والتوزيع بتحديد الكميات الواجب نقلها لسلعة معينة من مراكز الانتاج أو التخزين مثل (المصانع، المزارع، المستودعات، الموانئ،...)، والتي تتضمن كميات عرض محدودة إلى مراكز الاستهلاك أو الاستخدام مثل(مراكز الزبائن، مراكز التسويق، مراكز الشحن الجوي والبحري،...)، والتي تطلب كميات محدودة، بحيث نجعل التكلفة الكلية لعملية النقل والتوزيع أقل ما يمكن، أو نجعل الربح أكبر ما يمكن أو بأقل وقت.

1. **مفهوم نماذج النقل والتوزيع**: يعود تاريخ نماذج النقل والتوزيع إلى هيتشكوك (F.L. Hitchcock 1941) عندما نشر دراسة عنوانها (توزيع المنتوج من مصادر مختلفة إلى مواقع متعددة)، وقد طبق على يد كوبمانز (T.C.Pmans 1947)، ثم وصلت على شكلها العام بعد أن حلها دانتزك (Dantzing 1963) بالطريقة البسيطة (السميلكس)، ويقصد بنموذج النقل والتوزيع نقل منتوج معين من مصادر الانتاج (المصنع) إلى مراكز الاستهلاك (الأسواق) وبأقل تكلفة ممكنة وبأقل وقت ممكن[1]، بشرط أن لا يتم الطلب من أي مصدر توزيع أكثر مما يتوفر فيه من السلع، كما أن أي جهة لا يمكن أن تحصل على كمية من السلع أكثر مما تحتاجه فعلا[2].

وتتلخص مشكلة النقل والتوزيع في وجود عدد (n) من مراكز الانتاج تقوم بإنتاج نفس المنتج، ويوجد عدد (m) من مراكز الاستهلاك ترغب في سد احتياجاتها من مراكز الإنتاج المختلفة بحيث يكون إجمالي تكاليف النقل من جميع مراكز الإنتاج إلى جميع مراكز الاستهلاك لهذه أقل ما يمكن[3].

2. **صياغة مشكلة النقل والتوزيع**: تتكون مسألة النقل والتوزيع من التالي[4]:

- وجود عدد من المراكز الإنتاجية مقدارها (n) وعدد من المراكز الاستهلاكية مقدارها (m).
- تكلفة نقل الوحدة الواحدة من البضاعة من مركز الانتاج (i) إلى مركز الاستهلاك (j) معلومة ومحددة وهي Cij.
- أن الكميات المنقولة من المراكز الإنتاجية إلى المراكز الاستهلاكية محددة وهي Xij.

---

[1] محمد أزهر سعيد السماك، **جغرافية الصناعة: منظور معاصر**، دار اليازوزي العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2020، ص 67.

[2] جهاد صياح بني هاني وآخرون، **مرجع سابق**، ص223.

[3] عفاف علي حسن الدش، **بحوث العمليات واتخاذ القرار: الأساليب، التطبيق، استخدم الحزم الرياضية**، مكتبة عين الشمس، القاهرة، الجز الثاني، ط2، 2012 ص197.

[4] دلال صادق الجواد، حميد ناصر الفتال، **بحوث العمليات**، دار اليازوزي العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008، ص142.

وتكوين أنموذج النقل يكون حسب الصيغة المعرفة بالجدول أدناه على افتراض أن عدد مراكز الانتاج هو (03) وعدد مراكز الاستهلاك هي (03):

إلى / من	I	II	II	العرض
A	C_{11} X_{11}	C_{12} X_{12}	C_{13} X_{13}	a_1
B	C_{21} X_{21}	C_{22} X_{22}	C_{23} X_{23}	a_2
C	C_{31} X_{31}	C_{32} X_{32}	C_{33} X_{33}	a_3
الطلب	b_1	b_2	b_3	$\sum a_i$ / $\sum b_j$

كما يشترط نموذج النقل بشكله الأولي ضرورة المساواة بين عدد الوحدات في المراكز الانتاجية وعدد الوحدات المطلوبة في المراكز الاستهلاكية ليكون جدول النقل في حالة التوازن، أي أن (مجموعة العرض = مجموع الطلب)، أما إذا لم تحقق هذه المساواة يتم إضافة صف أو عمود وهمي ليستوعب الفارق بين كمية العرض والطلب وتكون تكلفة النقل فيها الصفر[1].

3. الاساليب الكمية المستخدمة في نماذج النقل والتوزيع:

أ. **الاساليب الكمية المستخدمة في ايجاد الحل الاولي لنماذج النقل والتوزيع**: يتضمن الحل الاولي أن كل منطقة إنتاجية توزع إنتاجها وأن كل مركز استهلاك (التوزيع) يشبع حاجاته، وينتج عنه عدد معين من الخانات المشغولة أو المتغيرات الأساسية يساوي (m+n−1) حيث تشير (m) إلى عدد المناطق الانتاجية و(n) إلى عدد مراكز الاستهلاك (التوزيع)[2]، ويمكن التوصل إلى الحل الأولي (المبدئي) لمشكل النقل والتوزيع باتباع احدى الطرق التالية:

- **طريقة الزاوية الشمالية العربية:** تعتمد هذه الطريقة على البدء بالزاوية الشمالية الغربية لجدول النقل أي اختيار (x_{11}) كأول متغير أساسي ويتم تخصيص الكمية الأقل من بين الطلب (b_1)

[1] دلال صادق الجواد، حميد ناصر الفتال، **مرجع سابق**، ص143.

[2] إبراهيم أحمد مخلوف، **مرجع سابق**، ص 146.

والعرض (a_1) أي أن[1]: $X_{11}= Min\ (a_1, b_1)$، وثم نذهب إلى الخانة الشمالية الغربية الموالية المخصصة لـ: (x_{22}) بحيث: $X_{22}= Min\ (a_2, b_2)$، ونكرر العملية إلى أن نحصل على$(m+n-1)$ من القيم الموجبة.

مثال: تصنع الشركة الوطنية الجزائرية للكهرباء والغاز منتوج معين في ثلاثة مصانع المتواجدة بالجلفة، الأغواط، غرداية، ويتم تسليمه إلى مخازن متواجدة في المدية، البليدة، الجزائر، لكي يتم توزيعه هناك، مع العلم أن الطاقة الانتاجية المتوقعة للأشهر الأربعة القادمة مبينة في الجدول التالي:

المصنع	الطاقة الانتاجية المتوقعة للمصنع
الجلفة	80
الأغواط	60
غرداية	100
المجموع	240

كما تبلغ احتياجات المخازن للنفس الفترة كما يلي:

المخزن	الطلب المتوقع
المدية	120
البليدة	50
الجزائر	70
المجموع	240

وتقدر تكلفة النقل للوحدة من المصانع إلى المخازن كالآتي:

المخزن / المصنع	المدية	البليدة	الجزائر
الجلفة	8	2	5
الأغواط	6	4	3
غرداية	2	3	1

المطلوب:

تحديد خطة النقل المثلى للشركة الجزائرية بحيث تحقق أقل تكلفة ممكنة.

الحل:

[1] حامد سعد نور الشمري، علي خليل الزبيدي، **مرجع سابق**، ص286.

1. **إعداد جدول النقل الأولي:** تشكيل الجدول من خلال جعل (عدد الأسطر = عدد المصانع = 03)، (عدد الأعمدة = عدد المخازن = 03)، ليكون الجدول النقل كالآتي:

المخازن / المصانع	المدية	البليدة	الجزائر	العرض
الجلفة	8	2	5	80
الأغواط	6	4	3	60
غرداية	2	3	1	100
الطلب	120	50	70	240 / 240

2. **ايجاد الحل الأولي بطريقة الزاوية الشمالية الغربية:** وفق هذه الطريقة نبدأ بالخلية التي تقع في الركن الشمالي الغربي أي الخلية (المدية، الجلفة)، ثم نقارن الكمية المطلوبة من قبل مخزن المدية (120 وحدة) وكمية انتاج المتوفرة لدى مصنع الجلفة (80 وحدة)، ونملأ الخلية بأقل القمتين أي:

80 =(80,120) Min، إذن يخصص لهذه الخلية كمية 80 وحدة، وتبقى 40 وحدة مطلوبة من قبل مخزن المدية يجب توفيرها، وعليه يكون انتاج مصنع الجلفة قد خصص بالكامل إلى مخزن المدية، وبالتالي عدم تخصيص أي كمية لمخزنين البليدة والجزائر من قبل مصنع الجلفة.

في هذه الحالة ننتقل عموديا إلى الأسفل، أي الخلية (المدية، الأغواط)، ونقارن الكمية المتاحة لدى المصنع الأغواط بالكمية المطلوبة من قبل مخزن الجلفة ونختار الأقل ونخصصها للخلية (المدية، الأغواط)، 40 =(60,40) Min، إذن يخصص لهذه الخلية كمية 40 وحدة، ويبقى من انتاج مصنع الأغواط 20 وحدة، وبذلك فإن احتياجات مخزن المدية تمت تغطيتها بالكامل، وبالتالي عدم تخصيص أي كمية من انتاج مصنع غرداية لمخزن المدية.

في هذه الحالة ننتقل أفقيا، أي الخلية (البليدة، الأغواط)، ونقارن الكمية المتاحة لدى المصنع الأغواط بالكمية المطلوبة من قبل مخزن البليدة ونختار الأقل ونخصصها للخلية (البليدة، الأغواط)، 20 =(20,50) Min، إذن يخصص لهذه الخلية كمية 20 وحدة، ويبقى 30 وحدة مطلوبة من قبل مخزن البليدة، وعليه يكون ما تبقى من انتاج مصنع الأغواط قد خصص بالكامل إلى مخزن البليدة، وبالتالي عدم تخصيص أي كمية لمخزن الجزائر من قبل مصنع الأغواط.

في هذه الحالة ننتقل عموديا إلى الأسفل، أي الخلية (البليدة، غرداية)، ونقارن الكمية المتاحة لدى المصنع غرداية بالكمية المطلوبة من قبل مخزن البليدة ودنختار الأقل ونخصصها للخلية (البليدة، غرداية)، Min (100,30)= 20، إذن يخصص لهذه الخلية كمية 30 وحدة، ويبقى من انتاج مصنع غرداية 70 وحدة، وبذلك فإن احتياجات مخزن البليدة تمت تغطيتها بالكامل.

بما أن المخزنين المدية والبليدة قد استكملت احتياجاتها من المصانع الثلاثة وبقي مخزن الجزائر لم يستكمل احتياجاته بعد، لذى نضع الانتاج المتبقي من مصنع غرداية في الخلية (الجزائر، غرداية) بمقدار 70 وحدة، وبما أن عدد الخلايا المملوئة (خمسة خلايا) يساوي (m+n–1=3+3–1=5) وبناء على عملية التوزيع أعلاه يكون جدول النقل الأولي وفقا لطريقة الزاوية الشمالية الغربية كما هو مبين أدناه:

المخازن / المصانع	المدية	البليدة	الجزائر	العرض
الجلفة	8 — 80	2	5	80
الأغواط	6 — 40	4 — 20	3	60
غرداية	2	3 — 30	1 — 70	100
الطلب	120	50	70	240 / 240

وتكون تكلفة النقل وفقا لهذه الطريقة:

CT= (80×8)+(40×6)+(20×4)+ (30×3)+ (70×1)

CT= 1120

- **طريقة أدنى تكلفة:** تختلف هذه الطريقة عن الطريقة الأولى في إيجاد الحل الأساسي الأول، حيث أننا نبدأ في تشبيع الخلايا انطلاقا من أدنى تكلفة في الجدول، ثم التكلفة المساوية أو الموالية وهكذا، حتى يتم استفاء كل العرض والطلب، بحيث نحصل على عدد المتغيرات الداخلة في الحل يساوي (m+n–1)[1]، وفي حالة تعادل التكاليف يتم اختيار أي من الخلايا دون

[1] محمد راتول، **مرجع سابق**، ص 125.

قيد[1]، هذه الطريقة تعطي نتائج أفضل من الطريقة السابقة لأنها تأخذ في الاعتبار تكلفة الشحن أثناء إجراء التخصيص، في حين أن طريقة الزاوية الشمالية الغربية تراعي فقط متطلبات توافر العرض والتخصيص[2]، ولتوضيح خطوات طريقة أدنى تكلفة سيتم الاعتماد على نفس معطيات المثال السابق للشركة الوطنية الجزائرية للكهرباء والغاز، من خلال جدول النقل الاولي نجد:

①. أقل تكلفة هي (1) تقع في الخلية (الجزائر، غرداية)، ثم نقارن الكمية المطلوبة من قبل مخزن الجزائر (70 وحدة) وكمية انتاج المتوفرة لدى مصنع غرداية (100 وحدة)، ونملأ الخلية بأقل القمتين أي: 70 =Min (100,70)، ويستكمل بذلك مخزن الجزائر.

②. التكلفة الأقل الموالية في الجدول هي (2) تخص خليتين هما: خلية (البليدة، الجلفة)، وخلية (المدية، غرداية)، وبما أن المتبقي من إنتاج مصنع غرداية (30وحدة) فإنها تخصص لهذه الخلية، وعليه يتم استكمال إنتاج مصنع غرداية، أما خلية (البليدة، الجلفة) فيخصص لها كمية (50 وحدة) وبالتالي يتم استكمال احتياج مخزن البليدة.

③. التكلفة الأقل الموالية في الجدول هي (3) تخص خلية (البليدة، غرداية)، لكن لا نستطيع التخصيص في هذه الخلية بسبب سد احتياجات مخزن البليدة ونفاد كمية الانتاج لمصنع غرداية.

④. التكلفة الأقل الموالية في الجدول هي (4) تخص خلية (البليدة، الأغواط)، لكن لا نستطيع التخصيص في هذه الخلية بسبب سد احتياجات مخزن البليدة.

⑤. التكلفة الأقل الموالية في الجدول هي (5) تخص خلية (الجزائر، الجلفة)، لكن لا نستطيع التخصيص في هذه الخلية بسبب سد احتياجات مخزن الجزائر.

⑥. التكلفة الأقل الموالية في الجدول هي (6) تخص خلية (المدية، الأغواط)، حيث لم يخصص لها لحد الآن شيء من مصنع الأغواط ومقداره (60 وحدة)، علما أن مخزن المدية استكمل من فقط (30 وحدة) ولا يزال يحتاج (90 وحدة) لذا يتم تخصيص إنتاج مصنع الأغواط بأكمله لمخزن المدية.

---

[1] مصطفى يوسف كافي، **اقتصاديات النقل السياحي**، دار رسلان للطباعة والنشر والتوزيع، دمشق، 2015، ص 147.

[2] مُحَمَّد بداوي، **بحوث العمليات**، دار ضحى للنشر والتوزيع، الجلفة، الجزائر، ط 01، 2022، ص 166.

⑦. التكلفة الأقل الموالية في الجدول هي (8) تخص خلية (المدية، الجلفة)، حيت تم تخصيص كمية (90 وحدة) لمخزن المدية ولا يزال يحتاج (30 وحدة)، ولذا يتم تخصيص الانتاج المتبقي من إنتاج مصنع الجلفة، وبذلك يتم استكمال احتياجات مخزن المدية ونفاذ كمية انتاج مصنع الجلفة.

وبناء على التخصيص السابق فإن جدول النقل حسب طريقة أدنى تكلفة يكون على الشكل التالي:

المخازن / المصانع	المدية	البليدة	الجزائر	العرض
الجلفة	8 (30)	2 (50)	5	80
الأغواط	6 (60)	4	3	60
غرداية	2 (30)	3	1 (70)	100
الطلب	120	50	70	240 / 240

وبما أن عدد الخلايا المملوئة (خمسة خلايا) يساوي (m+n−1=3+3−1=5) لذا فإن هذا الحل هو الحل الأمثل وتكون تكلفة النقل وفقا لهذه الطريقة:

$$CT= (30\times8)+(50\times2)+(60\times6)+ (30\times2)+ (70\times1)$$

$$CT= 830$$

ونلاحظ أن التكلفة قد انخفضت في هه الطريقة مقارنة بطريقة الزاوية الشمالية الغربية

- **طريقة فوجل (طريقة الجزاء)**: تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق المستخدمة أهمية لأنها تعطي حلا أقرب إلى الحل المثل، فغالبا ما يكون الحل الولي هو الحل الأمثل، وللوصول إلى الحل الأولي بهذه الطريقة نتبع الخطوات التالية[1]:

[1] أكرم محمد عرفان المهتدي، **الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات الإدارية: بحوث العمليات**، دار صفاء للنشر والتوزيع، ط 01، 2004، ص134.

- إيجاد كلفة الجزاء، وهي حاصل الفرق بين أقل كلفتين غير متساويتين في كل صف وفي كل عمود،"وفي حالة وجود تكلفتين دنيويتين متساويتين فإننا نحسب أيضا الفرق بينهما وهو الصفر"[1].
- نختار أكبر جزاء من بين الصفوف والأعمدة، "وفي حالة وجود قيمتين أعظميتين من قيم الجزاء فإننا نقارن بين التكلفتين الدنيويتين، ونختار أقل تكلفة مقابلة ونشبع الخلية التي تنتمي إليها، وفي حالة ما إذا كانت هاتين التكلفتين أيضا متساويتين نختار إحداهما لا على التعيين"[2].
- تحديد الخلية التي تحتوي على أقل تكلفة في الصف أو العمود الذي تم اختياره في الخطوة السابقة، ثم نقارن احتياجات مركز الاستلام مع الكمية المتوفرة في مركز التوزيع ونختار أصغر كمية لتوضع في الخلية المختارة، وبعد ذلك يحذف الصف أو العمود المقابل لأصغر قيمة.
- إعادة الخطوات السابقة إلى أن يتم توزيع جميع الكميات المتوفرة في مراكز التوزيع على مراكز الاستلام.

نطبق طريقة فوجل علي المثال السابق، فنجد:

①. نحدد الفرق في التكلفة (بين أقل تكلفتين) في كل صف وعمود، نلاحظ أن العمود الأول (مخزن المدية) له أكبر فرق (4)، نبحث عن أقل تكلفة في العمود الأول فنجدها في الخلية (المدية، غرداية)، نقارن احتياجات مخزن المدية مع الكمية الانتاج المتاحة في مصنع غرداية ثم نختار أقل كمية أي:

Min (100,120)= 100. ويبقى مخزن المدية يحتاج (20 وحدة)، ويكون الجدول كالآتي:

[1] محمد راتول، **مرجع سابق**، ص 129.

[2] محمد راتول، **مرجع سابق**، ص 129.

المخازن / المصانع	المدية	البليدة	الجزائر	العرض	فرق الصفوف
الجلفة	8	2	5	80	(5–2) 3
الأغواط	6	4	3	60	(4–3) 1
غرداية	2 100	3	1	~~100~~ 0	(2–1) 3
الطلب	~~120~~ 20	50	70	240 / 240	
فرق الأعمدة	(6–2) 4	(3–2) 1	(3–1) 2		

② نقوم بنفس العملية السابقة أي الفرق في التكلفة (بين أقل تكلفتين) في كل صف وعمود، مع تجاهل الصف الذي تشبع (مصنع غرداية)، نلاحظ أن الصف الأول (مصنع الجلفة) له أكبر فرق (3)، نبحث عن أقل تكلفة في الصف الأول فنجدها في الخلية (البليدة، الجلفة)، نقارن احتياجات مخزن المدية مع الكمية الانتاج المتاحة في مصنع الجلفة ثم نختار أقل كمية أي:

Min (50,80)= 50. ويبقى مصنع الجلفة لديه كمية (30 وحدة).

المخازن / المصانع	المدية	البليدة	الجزائر	العرض	فرق الصفوف
الجلفة	8	2 50	5	~~80~~ 30	(5–2) 3
الأغواط	6	4	3	60	(4–3) 1
غرداية	2 100	3	1	~~100~~ 0	
الطلب	~~120~~ 20	~~50~~ 0	70	240 / 240	
فرق الأعمدة	(8–6) 2	(4–2) 2	(5–3) 2		

③. نقوم بنفس العملية السابقة، مع تجاهل العمود الذي تشبع (مخزن البليدة)، نلاحظ أن الصف الأول (مصنع الجلفة) ،والصف الثاني (مصنعد الأغواط) لهما أكبر فرق (3)، نبحث عن أقل تكلفة في الصفين فنجدها في الخلية (الجزائر، الأغواط)، نقارن احتياجات مخزن الجزائر مع الكمية الانتاج المتاحة في مصنع الجلفة ثم نختار أقل كمية أي:

Min (70,60)= 60. ويبقى مخزن الجزائر يحتاج كمية (10 وحدة).

المخازن / المصانع	المدية	البليدة	الجزائر	العرض	فرق الصفوف
الجلفة	8	2 50	5	~~80~~ 30	(8–5) 3
الأغواط	6	4	3 60	~~60~~ 0	(6–3) 3
غرداية	2 100	3	1	~~100~~ 0	
الطلب	~~120~~ ~~20~~ 0	~~50~~ 0	~~70~~ 10	240 / 240	
فرق الأعمدة	(8–6) 2		(5–3) 2		

④. نقوم بنفس العملية السابقة، مع تجاهل الصف الذي تشبع (مصنع الأغواط)، نلاحظ أن عمود (مخزن المدية) له أكبر فرق (8)، نبحث عن أقل تكلفة في العمود الثالث فنجدها في الخلية (الجزائر، الجلفة)، نقارن احتياجات مخزن الجزائر مع الكمية الانتاج المتاحة في مصنع الجلفة ثم نختار أقل كمية أي:

Min (10,10)= 10.

المخازن / المصانع	المدية	البليدة	الجزائر	العرض	فرق الصفوف
الجلفة	8 — 20	2 — 50	5 — 10	~~80~~ ~~30~~ ~~10~~ 0	(8–5) 3
الأغواط	6	4	3 — 60	~~60~~ 0	
غرداية	2 — 100	3	1	~~100~~ 0	
الطلب	~~120~~ ~~20~~ 0	~~50~~ 0	~~70~~ ~~10~~ 0	240 / 240	
فرق الأعمدة	8		5		

ويظهر الحل الاساسي الأول بطريقة فوقل كما هو موضح في الجدول أدناه:

المخازن / المصانع	المدية	البليدة	الجزائر	العرض
الجلفة	8 — 20	2 — 50	5 — 10	80
الأغواط	6	4	3 — 60	60
غرداية	2 — 100	3	1	100
الطلب	120	50	70	240 / 240

وتكون التكلفة الكلية بطريقة فوقل كما يلي:

$$CT= (20\times8)+(50\times2)+(10\times5)+ (60\times3)+ (100\times2)$$

$$CT= 690$$

ب. **الاساليب الكمية المستخدمة في ايجاد الحل الأمثل لنماذج النقل والتوزيع:** بعد التوصل إلى الحل الأولي بإحدى الطرق الثلاثة: طريقة الزاوية الشمالية، طريقة أدنى تكلفة، طريقة فوقل، يجب

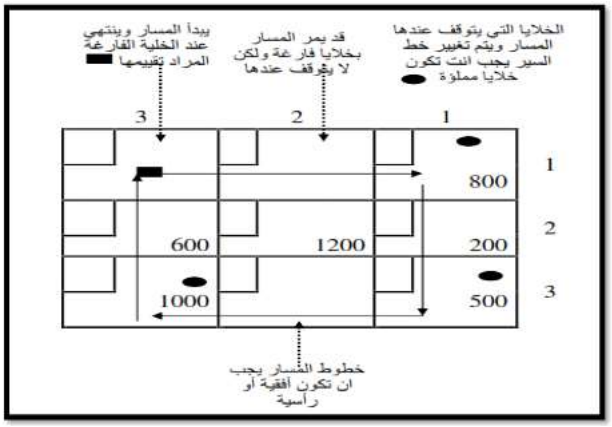
علينا تحسين الحل الاولي للوصل إلى الحل الأمثل يعطي أقل تكلفة نقل ممكنة، وهناك طريقتان يمكن بواسطتها اختبار أمثلية الحل الأولي هما:

- **طريقة التخطي (The Stepping stone Method)**: يطلق عليها أحيانا المسار المتعرج وتقوم على أساس تقييم جميع الخلايا الفارغة (المتغيرات غير الأساسية) لمعرفة مدى مساهمتها في تخفيض تكاليف النقل الكلية في حالة تحويلها إلى خلايا ممتلئة (متغيرات أساسية)[1]، وذلك من أجل الإجابة عن السؤال التالي: ماذا يحدث للتكلفة الكلية للنقل إذا تم ملء الخلية الفارغة بوحدة واحدة، ويمكن تحديد خطوات تطبيق هذه الطريقة كما يلي[2]:

① . تحديد الخلايا الفارغة.

② . تحديد مسار مغلق (**Closed loop**) لكل خلية من الخلايا الفارغة ويطلق عليه المسار الغلق لأنه يبدأ من الخلية الفارغة وينتهي عندها، وعند تكوين المسار المغلق يجب مراعات الآتي:

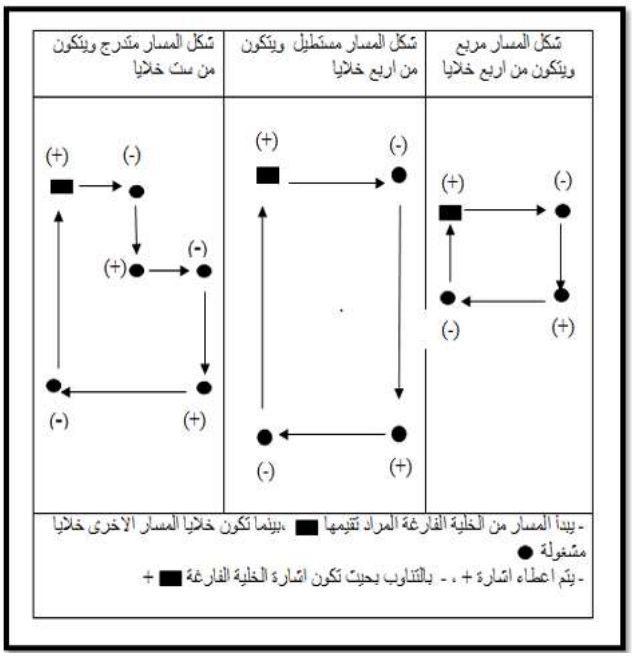
- يجب أن تكون خطوط السير المسار خطوط أفقية ورأسية وليست خطوط متقاطعة.
- يمكن أن يمر خط السير بخلايا فارغة ولكن الخلايا التي يتوقف عندها لكي يغير المسار يجب أن تكون خلية مملوئة، ويمكن توضيح ذلك في الشكل التالي:



- يكون عدد خلايا المسار عدد زوجي (4، 6، ...) ولا يقل عن أربعة خلايا كلها مشغولة ما عدا الخلية المراد تقييمها.
- يتم إعطاء إشارة (+)، (−) بالتناوب على الخلايا للحفاظ على توازن مجموع الصفوف ومجموع الأعمدة.

[1] جهاد صياح بني هاني وآخرون، **مرجع سابق**، ص 239.
[2] وليد خالد البلك، **مرجع سابق**، ص 193– 194.

- قد يأخذ شكل المسار شكل مربع او مستطيل أو شكل متدرج (**Stepped shape**)، ويمكن توضيح ذلك في الشكل التالي:



بعد التعرف على خطوات تطبيق طريقة التخطي نقوم بعد ذلك بتوضيحها على الحل المبدئي في المثال السابق وفقا لطريقة الزاوية الشمالية الغربية والموضح بالجدول التالي:

المخازن / المصانع	المدية	البليدة	الجزائر	العرض
الجلفة	8 — 80	2	5	80
الأغواط	6 — 40	4 — 20	3	60
غرداية	2	3 — 30	1 — 70	100
الطلب	120	50	70	240 / 240

مـــن

الجدول أعلاه، نلاحظ وجود أربعة خلايا فارغة (غير مشغولة) وهي: الخلية (البليدة، الجلفة)، الخلية (الجزائر، الجلفة)، الخلية(الجزائر، الأغواط)، الخلية(المدية، غرداية).

- **اختبار الخلية (البليدة، الجلفة)**: تحديد المسار المغلق للخلية:

الخلية(البليدة، الجلفة) ← الخلية(البليدة، الأغواط) ← الخلية(المدية، الأغواط) ← الخلية(المدية، الجلفة)

والموضح بالجدول التالي:

المخازن / المصانع	المدية	البليدة	الجزائر	العرض
الجلفة	8 — 1– 80	2 — 1+	5	80
الأغواط	6 — 1 + 40	4 — 1– 20	3	60
غرداية	2	3 — 30	1 — 70	100
الطلب	120	50	70	240 / 240

التغير في التكلفة يحسب كمايلي:

التغير في النقل	الأثر على التكلفة
اضافة وحدة واحدة إلى الخلية(البليدة، الجلفة)	2+
تخفيض وحدة واحدة من الخلية(البليدة، الأغواط)	4–
اضافة وحدة واحدة إلى الخلية(المدية، الأغواط)	6+
تخفيض وحدة واحدة من الخلية(المدية، الجلفة)	8 –
صافي في التكلفة	4–

يتضح من خلال الجدول السابق أن نقل وحدة واحدة إلى خلية (البليدة، الجلفة) يودي إلى تخفيض التكلفة لكل وحدة بمقدار 4 دج.

- **اختبار الخلية (الجزائر، الجلفة):** تحديد المسار المغلق للخلية:

الخلية(الجزائر، الجلفة) ← الخلية(الجزائر، غرداية) ← الخلية(البليدة، غرداية) ← الخلية(البليدة، الأغواط) ← الخلية(المدية، الأغواط) ← الخلية(المدية، الجلفة)

والموضح بالجدول التالي:

المخازن / المصانع	المدية	البليدة	الجزائر	العرض
الجلفة	8 — 1− 80	2	5 — 1+	80
الأغواط	6 — 1+ 40	4 — 1− 20	3	60
غرداية	2	3 — 1+ 30	1 — 1− 70	100
الطلب	120	50	70	240 / 240

التغير في التكلفة يحسب كمايلي:

التغير في النقل	الأثر على التكلفة
اضافة وحدة واحدة إلى الخلية(الجزائر، الجلفة)	5+
تخفيض وحدة واحدة من الخلية(الجزائر، غرداية)	1–
اضافة وحدة واحدة إلى الخلية(البليدة، غرداية)	3+
تخفيض وحدة واحدة من الخلية(البليدة، الأغواط)	4 –
اضافة وحدة واحدة إلى الخلية(المدية، الأغواط)	6+
تخفيض وحدة واحدة من الخلية(المدية، الجلفة)	8–
صافي في التكلفة	1+

يتضح من خلال الجدول السابق أن نقل وحدة واحدة إلى خلية (الجزائر، الجلفة) يودي إلى زيادة التكلفة لكل وحدة بمقدار 1 دج.

- **اختبار الخلية (الجزائر، الأغواط)**: تحديد المسار المغلق للخلية:

الخليـة(الجزائر، الأغـواط) ← الخليـة(الجزائر، غردايـة) ← الخلية(البليـدة، غردايـة) ← الخلية(البليـدة، الأغواط)

والموضح بالجدول التالي:

المخازن / المصانع	المدية	البليدة	الجزائر	العرض
الجلفة	8 — 1− 80	2	5	80
الأغواط	6 — 1 + 40	4 — 1− 20	3 — 1+	60
غرداية	2	3 — 1+ 30	1 — 1− 70	100
الطلب	120	50	70	240 / 240

التغير في التكلفة يحسب كمايلي:

التغير في النقل	الأثر على التكلفة
اضافة وحدة واحدة إلى الخلية(الجزائر، الأغواط)	3+
تخفيض وحدة واحدة من الخلية(الجزائر، غرداية)	1−
اضافة وحدة واحدة إلى الخلية(البليدة، غرداية)	3+
تخفيض وحدة واحدة من الخلية(البليدة، الأغواط)	4 −
صافي في التكلفة	1+

وهذا يعني أن نقل وحدة واحدة إلى خلية (الجزائر، الأغواط) يودي إلى زيادة التكلفة لكل وحدة بمقدار 1 دج.

- **اختبار الخلية (المدية، غرداية)**: تحديد المسار المغلق للخلية:

الخلية(المديـة، غردايـة) ← الخلية(المديـة، الأغـواط) ← الخلية(البليـدة، الأغـواط) ← الخلية(البليـدة، غرداية)

والموضح بالجدول التالي:

المخازن / المصانع	المدية	البليدة	الجزائر	العرض
الجلفة	8	2	5	80
	80			
الأغواط	6 (1−)	4 (1+)	3	60
	40	20		
غرداية	2 (1+)	3 (1−)	1	100
		30	70	
الطلب	120	50	70	240 / 240

التغير في التكلفة يحسب كمايلي:

التغير في النقل	الأثر على التكلفة
اضافة وحدة واحدة إلى الخلية(المدية، غرداية)	2+
تخفيض وحدة واحدة من الخلية(المدية، الأغواط)	6–
اضافة وحدة واحدة إلى الخلية(البليدة، الأغواط)	4+
تخفيض وحدة واحدة من الخلية(البليدة، غرداية)	3 –
صافي في التكلفة	3–

يتضح من خلال الجدول السابق أن نقل وحدة واحدة إلى خلية (المدية، غرداية) يودي إلى تخفيض التكلفة لكل وحدة بمقدار 3 دج.

وفيمايلي تلخيص لنتائج اختبار الخلايا الفارغة:

الخلية الفارغة	المسار المغلق	صافي التغير في التكلفة
الخلية (البليدة، الجلفة)	الخلية(البليدة، الجلفة) ← الخلية(البليدة، الأغواط) ← الخلية(المدية، الأغواط) ← الخلية(المدية، الجلفة)	4–
الخلية (الجزائر، الجلفة)	الخلية(الجزائر، الجلفة) ← الخلية(الجزائر، غرداية) ← الخلية(البليدة، غرداية) ← الخلية(البليدة، الأغواط) ← الخلية(المدية، الأغواط) ← الخلية(المدية، الجلفة)	1+
الخلية(الجزائر، الأغواط)،	الخلية(الجزائر، الأغواط) ← الخلية(الجزائر، غرداية) ← الخلية(البليدة، غرداية) ← الخلية(البليدة، الأغواط)	1+
الخلية(المدية، غرداية).	الخلية(المدية، غرداية) ← الخلية(المدية، الأغواط) ← الخلية(البليدة، الأغواط) ← الخلية(البليدة، غرداية)	3–

يتبين من النتائج السابقة بأن الحل ليس أمثليا، وعموما نقول عن الحل غير أمثل إذا كانت إحدى أو بعض قيم صافي التغير في التكلفة سالبة، ويجب تحسينه كما يلي:

1. **تحديد الخلية الداخلة للحل:** الخلية المرشحة للدخول إلى الحل هي المقابلة لأكبر تكلفة حدية سالبة، وبالتالي يتم دخول الخلية (البليدة، الجلفة) إلى الحل، حيث ان كل وحدة ستقوم هذه الخلية بنقلها ستؤدي إلى تخفيض التكاليف الاجمالية بمقدار 4 دج.

2. تحديد الكمية التي سيتم تخصيصها للخلية(البليدة، الجلفة)؛ وهي أقل كمية في خلايا الإشارات السالبة (الخلايا التي تم طرح القيمة 1 منها) في المسار المغلق للخلية، وهذا حفاظا على توازن الأعمدة والصفوف في جدول النقل وتجنب إحداث قيم سالبة لبعض المتغيرات، وبالرجوع إلى المسار المغلق للخلية (البليدة، الجلفة) نجد أن الخلايا السالبة:

الخلية (المدية، الجلفة) ← 80 وحدة

الخلية (البليدة، الأغواط) ← 20 وحدة

وبالتالي سوف يتم تخصيص أقل كمية للخلية (البليدة الجلفة) وهي: 20 وحدة.

3.يتم إعداد جدول النقل التالي من خلال تحريك الكمية التي تم تحديدها وهي 20 وحدة عبر خلايا المسار المغلق بحيث يتم إضافتها لكميات الخلايا ذلت الإشارة الموجبة وطرحها من كميات الخلايا ذات الإشارة السالبة، ليصبح الجدول الجديد كالآتي:

المخازن / المصانع	المدية	البليدة	الجزائر	العرض
الجلفة	8 — 60	2 — 20	5	80
الأغواط	6 — 60	4	3	60
غرداية	2	3 — 30	1 — 70	100
الطلب	120	50	70	240 / 240

تكاليف النقل الكلية:

$$CT= (60\times8)+(20\times2)+(60\times6)+ (30\times3)+ (70\times1)$$

$$CT= 1040$$

وعلينا أن نختبر من جديد الحل المتوصل إليه إذا كان أمثليا أم لازال قابلا للتحسيين وهذا باستخدام نفس الطريقة السابقة.

نقوم مرة ثانية بإنشاء حلقة مغلقة للخلايا الفارغة ونلخصها في الجدول التالي:

الخلية الفارغة	المسار المغلق	صافي التغير في التكلفة
الخلية (الجزائر، الجلفة)	الخلية(الجزائر، الجلفة) ← الخلية(الجزائر، غرداية) ← الخلية(البليدة، غرداية) ← الخلية(البليدة، الجلفة)	+5–1+3–2= +5
الخلية (البليدة، الأغواط)	الخلية(البليدة، الأغواط) ← الخلية(المدية، الأغواط) ← الخلية(المدية، الجلفة) ← الخلية(البليدة، الجلفة)	+4–6+8–2= +4
الخلية(الجزائر، الأغواط)	الخلية(الجزائر، الأغواط) ← الخلية(الجزائر، غرداية) ← الخلية(البليدة، غرداية) ← الخلية(البليدة، الجلفة) ← الخلية(المدية، الجلفة) ← الخلية(المدية، الأغواط)	=6–8+2–3+1–3+ 5+
الخلية(المدية، غرداية).	الخلية(المدية، غرداية) ← الخلية(المدية، الجلفة) ← الخلية(البليدة، الجلفة) ← الخلية(البليدة، غرداية)	+2–8+2–3= –7

من خلال الجدول نلاحظ أن الخلية الداخلة للحل هي الخلية (المدية، غرداية) وأن أقل قيمة بين الخليتين السالبتين في المسار المغلق هي: 30 وحدة، ليصبح جدول النقل الجديد كالآتي:

المخازن / المصانع	المدية	البليدة	الجزائر	العرض
الجلفة	8 — 30	2 — 50	5	80
الأغواط	6 — 60	4	3	60
غرداية	2 — 30	3	1 — 70	100
الطلب	120	50	70	240 / 240

تكاليف النقل الكلية:

$$CT= (30\times8)+(50\times2)+(60\times6)+ (30\times2)+ (70\times1)$$

$$CT= 830$$

وعلينا أن نختبر من جديد الحل المتوصل إليه إذا كان أمثليا أم لازال قابلا للتحسين وهذا باستخدام نفس الطريقة السابقة.

نقوم للمرة الثالثة بإنشاء حلقة مغلقة للخلايا الفارغة ونلخصها في الجدول التالي:

الخلية الفارغة	المسار المغلق	صافي التغير في التكلفة
الخلية (الجزائر، الجلفة)	الخلية(الجزائر، الجلفة) ← الخلية(الجزائر، غرداية) ← الخلية(المدية، غرداية) ← الخلية(المدية، الجلفة)	+5–1+2–8= –2
الخلية (البليدة، الأغواط)	الخلية(البليدة، الأغواط) ← الخلية(المدية، الأغواط) ← الخلية(المدية، الجلفة) ← الخلية(البليدة، الجلفة)	+4–6+8–2= +4
الخلية(الجزائر، الأغواط)	الخلية(الجزائر، الأغواط) ← الخلية(الجزائر، غرداية) ← الخلية(المدية، غرداية) ← الخلية(المدية، الأغواط)	+3–1+2–6= –2
الخلية(البليدة، غرداية)	الخلية(البليدة، غرداية) ← الخلية(المدية، غرداية) ← الخلية(المدية، الجلفة) ← الخلية(البليدة، الجلفة)	+3–2+8–2= 7

من خلال الجدول يتبين أن هناك إمكانية لتخفيض تكاليف النقل الكلية من خلال إدخال أي من الخليتين (الجزائر، الجلفة) أو (الجزائر، الأغواط) لأن لهما نفس تكلفة حدية سالبة والمقابلة لأكبر تكلفة

حدية سالبة، وفي هذه الحالة يتم اختيار الخلية التي تكون الكميات المرافقة للخلايا السالبة في المسار المغلق كبيرة ، وبناء على ذلك فإننا نختار الخلية (الجزائر الأغواط) وأن أقل قيمة بين الخليتين السالبتين في المسار المغلق هي: 60 وحدة، ليصبح جدول النقل الجديد كالآتي:

المخازن / المصانع	المدية	البليدة	الجزائر	العرض
الجلفة	8 — 30	2 — 50	5	80
الأغواط	6	4	3 — 60	60
غرداية	2 — 90	3	1 — 10	100
الطلب	120	50	70	240 / 240

تكاليف النقل الكلية:

$$CT= (30\times8)+(50\times2)+(60\times3)+ (10\times1)+ (90\times2)$$

$$CT= 710$$

وأيضا علينا أن نختبر من جديد الحل المتوصل إليه إذا كان أمثليا أم لازال قابلا للتحسين وهذا باستخدام نفس الطريقة السابقة.

نقوم للمرة الرابعة بإنشاء حلقة مغلقة للخلايا الفارغة ونلخصها في الجدول التالي:

الخلية الفارغة	المسار المغلق	صافي التغير في التكلفة
الخلية (الجزائر، الجلفة)	الخلية(الجزائر، الجلفة) ← الخلية(الجزائر، غرداية) ← الخلية(المدية، غرداية) ← الخلية(المدية، الجلفة)	+5–1+2–8= –2
الخلية (البليدة، الأغواط)	الخلية(البليدة، الأغواط) ← الخلية(البليدة، الجلفة) ← الخلية(المدية، الجلفة) ← الخلية(المدية، غرداية) ← (الجزائر، غرداية) ← (الجزائر، الأغواط)	+4–2+8–2+1–3= 6+
الخلية(المدية، الأغواط)	الخلية(المدية، الأغواط) ← الخلية(المدية، غرداية) ← الخلية(الجزائر، غرداية) ← (الجزائر، الأغواط)	+6–2+1–3= +2
الخلية(البليدة، غرداية)	الخلية(البليدة، غرداية) ← الخلية(المدية، غرداية) ← الخلية(المدية، الجلفة) ← الخلية(البليدة، الجلفة)	+3–2+8–2= 7

من خلال الجدول نلاحظ أن الخلية الداخلة للحل هي الخلية (الجزائر، الجلفة) وأن أقل قيمة بين الخليتين السالبتين في المسار المغلق هي: 10 وحدة، ليصبح جدول النقل الجديد كالآتي:

المخازن / المصانع	المدية	البليدة	الجزائر	العرض
الجلفة	8 (20)	2 (50)	5 (10)	80
الأغواط	6	4	3 (60)	60
غرداية	2 (100)	3	1	100
الطلب	120	50	70	240 / 240

تكاليف النقل الكلية:

$$CT= (20\times8)+(50\times2)+(10\times5)+ (60\times3)+ (100\times2)$$

$$CT= 690$$

وأيضا علينا أن نختبر من جديد الحل المتوصل إليه إذا كان أمثليا أم لازال قابلا للتحسين وهذا باستخدام نفس الطريقة السابقة.

نقوم للمرة الخامسة بإنشاء حلقة مغلقة للخلايا الفارغة ونلخصها في الجدول التالي:

الخلية الفارغة	المسار المغلق	صافي التغير في التكلفة
الخلية (المدية، الأغواط)	الخلية(المدية، الأغواط) ← الخلية(المدية، الجلفة) ← الخلية(الجزائر، الجلفة) ← الخلية(الجزائر، الأغواط)	0 =3–5+8–6+
الخلية (البليدة، الأغواط)	الخلية(البليدة، الأغواط) ← الخلية(البليدة، الجلفة) ← الخلية(الجزائر، الجلفة) ← (الجزائر، الأغواط)	4+ =3–5+2–4+
الخلية(البليدة، غرداية)	الخلية(البليدة، غرداية) ← الخلية(المدية، غرداية) ← الخلية(المدية، الجلفة) ← الخلية(البليدة، الجلفة)	7 =2–8+2–3+
الخلية(الجزائر، غرداية)	الخلية(الجزائر، غرداية) ← الخلية(المدية، غرداية) ← الخلية(المدية، الجلفة) ← الخلية(الجزائر، الجلفة)	2 =5–8+2–1+

بما أن جميع التكاليف الحدية أصبحت موجبة لذلك نقول أن الحل الأساسي الرابع هو الحل الأمثل الذي يترتب عليه تكاليف النقل الكلية الأقل ما يمكن وهي 690 دج.

- **طريقة التوزيع المعدل (MODI)**: تستخدم هذه الطريقة لاختبار أمثلية الحل وهي أكفأ من الطريقة السابقة التي تعتمد على تكوين مسارات مغلقة للمتغيرات غير الأساسية ومن ثم إيجاد المتغير غير الأساسي الذي يساهم بتقليل مجموع تكلفة النقل، أما هذه الطريقة فهي قادرة على تحديد المتغير غير الأساسي الذي يساهم بتقليل مجموع تكلفة النقل مباشرة[1]، حيث يتم حساب جميع تقييمات الخلايا غير المشغولة في وقت واحد، وبالتالي يتم تتبع نسار واحد مغلق فقط تبعا لأكبر قيمة بالسالب، لذلك فهي توفر الوقت بشكل كبير مقارنة بطريقة المسار المتعرج[2]. ونلخصها في الخطوات التالية[3]:

①. التأكد من أن عدد الخلايا الداخلة (المشغولة) في الحل الأولي يساوي (m+n−1).

②. تكوين معادلة لكل خلية داخلة (مشغولة) في جدول الحل الأولي كالآتي:

$$C_{ij} = U_i + V_j$$

حيث:

i: ترمز للصف الذي توجد فيه الخلية.

J: ترمز للعمود الذي توجد في الخلية.

③. حساب تكاليف الحدية للخلايا غير داخلة (الفارغة) في الحل الأساسي وفق المعادلة التالية:

$$\sigma_{ij} = C_{ij} - U_i - V_j$$

④. نتحقق من إشارة تكاليف الحدية، بحيث إذا كانت تكاليف الحدية لجميع الخلايا غير الداخلة (الفارغة) في الحل الأولي موجبة أو معدومة ($\sigma_{ij} \geq 0$)، فغن الحل المعطى هو الحل الأمثل، أما إذا كانت خلية واحدة أو أكثر من الخلايا غير داخلة (الفارغة) في الحل الأولي لديها تكلفة حدية سالبة، فإن الحل المعطى ليس حلا مثاليا[4]، ويمكن تحسينه، وتعطى الأولوية للخلية التي لها أكبر قيمة سالبة[5].

---

[1] حامد سعد نور الشمرتي، علي خليل الزبيدي، **مرجع سابق**، ص307.

[2] محمد بداوي، **مرجع سابق**، ص 179.

[3] دلال صادق الجواد، حميد ناصر الفتال، **مرجع سابق**، ص 157–158.

[4] محمد بداوي، **مرجع سابق**، ص 179.

[5] دلال صادق الجواد، حميد ناصر الفتال، **مرجع سابق**، ص 158.

⑤. تكوين المسار المغلق للخلية الداخلة للحل التي تم اختيارها في الخطوة (3) لتحديد عدد الوحدات التي سوف يتم تخصيصها لها وبنفس أسلوب طريقة التخطي (المسار المتعرج)[1].

⑥. نكرر الخطوات السابقة إلى أن يتم التوصل إلى الحل الأمثل[2].

ولغرض توضيح هذه الطريقة سيتم الاستعانة بالمثال الآتي:

مثال: من جدول الحل الأولي والذي تم الحصول عليه بالطريقة الزاوية الشمالية الغربية:

المصبات / المنابع	المصب 1	المصب 2	المصب 3	العرض
المنبع 1	1 (40)	4 (15)	5	55
المنبع 2	5	7 (15)	3 (30)	45
المنبع 3	10	8	9 (20)	20
الطلب	40	30	50	120 / 240

المطلوب: أوجد الحل الأمثل باستخدام طريقة التوزيع المعدل.

الحل:

		V_1	V_2	V_3	
	المصبات / المنابع	المصب 1	المصب 2	المصب 3	العرض
U_1	المنبع 1	1 (40)	4 (15)	5	55
U_2	المنبع 2	5	7 (15)	3 (30)	45
U_3	المنبع 3	10	8	9 (20)	20
	الطلب	40	30	50	120 / 240

[1] حامد سعد نور الشمرتي، علي خليل الزبيدي، **مرجع سابق**، ص307.

[2] حامد سعد نور الشمرتي، علي خليل الزبيدي، **مرجع سابق**، ص307.

1. **بالنسبة للخلايا الداخلة في الحل (الخلايا المشغولة)**: لدينا $\mathbf{C_{ij} = U_i + V_j}$ مع نفرض أن: $\mathbf{U_1 = 0}$

- الخلية (1،1): $\mathbf{1 = U_1 + V_1} \Rightarrow V_1 = 1$
- الخلية (2،1): $\mathbf{4 = U_1 + V_2} \Rightarrow V_2 = 4$
- الخلية(2،2): $\mathbf{7 = U_2 + V_2} \Rightarrow U_2 + 4 = 7 \Rightarrow U_2 = 3$
- الخلية(3،2): $\mathbf{3 = U_2 + V_3} \Rightarrow 3 + V_3 = 3 \Rightarrow V_3 = 0$
- الخلية(3،3): $\mathbf{9 = U_3 + V_3} \Rightarrow U_3 + 0 = 9 \Rightarrow U_3 = 9$

2.بالنسبة للخلايا غير الداخلة في الحل (الخلايا الفارغة): وذلك عن طريق المعادلة التالية:

$$\boldsymbol{\sigma_{ij} = C_{ij} - U_{ij} - V_{ij}}$$

والتي نحصل من خلالها على الجدول التالي:

الخلية الفارغة	$\sigma_{ij} = C_{ij} - U_i - V_j$	σ_{ij}
الخلية (1،3)	$\sigma_{ij} = 5 - 0 - 0$	5
الخلية (1،2)	$\sigma_{ij} = 5 - 3 - 1$	1
الخلية (1،3)	$\sigma_{ij} = 10 - 9 - 1$	0
الخلية (2،3)	$\sigma_{ij} = 8 - 9 - 4$	−5

من التكاليف الحدية التي تم حسابها نجد أن الخلية (2،3) لها أكبر قيمة سالبة، لذا يتم إشغالها بنقل كميات إليها وطبقا لما تم شرحه في طريقة المسار المتعرج، فالمسار المغلق في هذه الحالة هو:

الخلية (3،2) ← الخلية (3،3) ← الخلية (2،3) ← الخلية (2،2)

ومنه أقل قيمة بين الموضعين السالبين في المسار المغلق 15 =min(20, 15) لذا نقوم بإضافة وطرح قيمة 15 من خلايا المسار المغلق ونوضح ذلك من خلال الجدول التالي:

المصبات / المنابع	المصب 1	المصب 2	المصب 3	العرض
المنبع 1	1 — 40	4 — 15	5	55
المنبع 2	5	7	3 — 45	45
المنبع 3	10	8 — 15	9 — 5	20
الطلب	40	30	50	120 / 240

نختبر الحل من جديد بنفس المنهجية السابقة، كالآتي:

3. بالنسبة للخلايا الداخلة في الحل (الخلايا المشغولة): لدينا $\mathbf{_{ij} = U_i + V_j}$ ونفرض أن:

$$\mathbf{U_1 = 0}$$

- الخلية (1،1): $\mathbf{1 = U_1 + V_1} \Rightarrow V_1 = 1$
- الخلية (1،2): $\mathbf{4 = U_1 + V_2} \Rightarrow V_2 = 4$
- الخلية(2،3): $\mathbf{8 = U_3 + V_2} \Rightarrow U_3 + 4 = 8 \Rightarrow U_3 = 4$
- الخلية(3،3): $\mathbf{9 = U_3 + V_3} \Rightarrow U_3 + V_3 = 9 \Rightarrow V_3 = 5$
- الخلية(3،2): $\mathbf{3 = U_2 + V_3} \Rightarrow U_2 + 5 = 3 \Rightarrow U_2 = -2$

2.بالنسبة للخلايا غير الداخلة في الحل (الخلايا الفارغة): وذلك عن طريق المعادلة التالية:

$$\mathbf{\sigma_{ij} = C_{ij} - U_{ij} - V_{ij}}$$

والتي نحصل من خلالها على الجدول التالي:

الخلية الفارغة	$\mathbf{\sigma_{ij} = C_{ij} - U_i - V_j}$	$\mathbf{\sigma_{ij}}$
الخلية (3،1)	$\mathbf{\sigma_{ij} = 5 - 0 - 5}$	**0**
الخلية (1،2)	$\mathbf{\sigma_{ij} = 5 - (-2) - 1}$	**6**
الخلية (2،2)	$\mathbf{\sigma_{ij} = 7 - (-2) - 4}$	**5**
الخلية (1،3)	$\mathbf{\sigma_{ij} = 10 - 4 - 1}$	**5**

بما أن كل قيم $\mathbf{\sigma_{ij}}$ موجبة، لذلك فإن إشغال أي من هذه الخلايا سوف لن يخفض من التكاليف وبذلك يكون الحل للجدول السابق هو الحل الأمثل وأن التكاليف هي:

CT= (40×1)+(15×4)+(45×3)+ (15×8)+ (5×9)

CT= 400

4. حالات خاصة في مسائل النقل: من الحالات الشائعة التي يمكن مصادفتها في مسائل النقل[1]:

1.4. **حالة عدم تساوي العرض مع الطلب**: إن إيجاد الحل الأساسي الأول، يتطلب شرطا غلى جدول النقل، أساسيا وهو تساوي العرض والطلب، ففي حالة العرض أقل من الطلب ينبغي إضافة سطر، حيث نفترض ان الكمية المعروضة هي قيمة الفرق بين العرض والطلب، وتكاليف النقل نفترضها معدومة، أما في حالة العرض أكبر من الطلب ينبغي إضافة عمود إلى جدول النقل، حيث نفترض ان الكمية المطلوبة هي قيمة الفرق بين العرض والطلب وتكاليف النقل نفترضها معدومة.

2.4.حالة التفكك: نعني بها أن عدد المتغيرات الداخلة في الحل الأساسي لا تساوي $(m+n-1)$، وهو شرط أساسي لإيجاد مسارات اختبار الحل، وللتخلص من هذا المشكل إيضا نلجأ إلى التحايل، وذلك بوضع خلية تصورية (أو أكثر حسب الحالة) داخلة في الحل نفترض قيمتها تساوي ε، أي قيمة بجوار الصفر، ثم نقوم بعد ذلك بإيجاد الحل الأمثل، ونهملها تماما في النهاية باعتبارها قيمة مساعدة فقط، ويتم ذلك سواء حصل التفكك في جدول الحل الأساسي الأول أو في جداول الحل الموالية.

[1] محمد راتول، **مرجع سابق**، ص 135– 136.

تمارين مقترحة للحل

التمرين الاول: شركة مقاولات تقوم بإنجاز ثلاثة مشاريع (1،2،3)، تجهز المشاريع الثلاثة بالإسمنت من ثلاثة مخازن (A،B،C)، تكلفة نقل كل ألف طن من المخازن إلى المشاريع، وكذا سعة كل مخزن والكمية التي يحتاجها كل مشروع من الإسمنت موضحة في الجدول التالي:

من \ إلى	①	②	③	العرض
A	2	2	2	50
B	3	3	4	40
C	4	1	4	40
الطلب	30	50	50	130 / 130

المطلوب: ايجاد الحل الأولى (الأساسي) باستخدام الطرق الثلاثة، مع حساب التكلفة الكلية.

التمرين الثاني: يبين الجدول التالي البيانات المتعلقة بالطاقة الانتاجية، والطلب وتكلفة نقل الوحدة الواحدة من مصادر الانتاج إلى مراكز الاستلام الخاصة بشركة صناعية:

من \ إلى	D_1	D_2	D_3	العرض
S_1	2	4	6	200
S_2	8	2	10	220
الطلب	160	140	120	440 / 440

المطلوب:

1. ايجاد الحل الأولى (الأساسي) باستخدام طريقة الزاوية الشمالية الغربية، مع حساب التكلفة الكلية.
2. ايجاد الحل الأمثل بطريقة التخطي وطريقة التوزيع المعدل.

الخاتمة

خاتمة

تبين هذه المطبوعة؛ أن الاعتماد على الأدوات والنماذج الكمية أصبح ضرورة حتمية في ظل بيئة أعمال تتسم بالتغير والمنافسة الشديدة بين المؤسسات، لما توفره من قدرة على تحليل البيانات التسويقية من خلال تحويلها إلى معلومات دقيقة تساعد على فهم سلوك المستهلك، تحليل الأسواق، التنبؤ بمبيعات المنتج الجديد، وتقييم فعالية الاستراتيجيات التسويقية المختلفة.

كما أبرزت هذه المطبوعة أهمية التكامل بين التحليل الكمي والخبرة التسويقية، حيث لا يقتصر نجاح القرار التسويقي على الخبرة الحدسية فقط، بل يتطلب الاستناد إلى أسس علمية وإحصائية سليمة، وأن الاستخدام الرشيد للأساليب الكمية يمكّن المؤسسات من تقليل درجة عدم التأكد، وتحسين تخصيص الموارد، ورفع مستوى الأداء التسويقي.

وعليه، فإن إتقان هذه الأساليب يمثل إضافة نوعية للطلبة والباحثين والممارسين في المجال التسويقي، لما له من دور في إعداد كفاءات قادرة على مواجهة تحديات السوق واتخاذ قرارات تسويقية فعّالة ومبنية على التحليل العلمي، ونأمل أن تكون هذه المطبوعة قد وفّرت قاعدة معرفية متينة تمكّن القارئ من توظيف الأساليب الكمية في الممارسة التسويقية بما يخدم أهداف المؤسسة ويعزز قدرتها التنافسية.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

1. مُحَمَّد الفاتح محمود بشير المغربي، **الأساليب الكمية في إدارة الأعمال**، دار الجنان للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، الطبعة الأولى، 2017.

2. بن لخضر مُحَمَّد العربي، **مدخل إلى الأساليب الكمية في التسويق**، النشر الجامعي الجديد، تلمسان، الجزائر، 2021.

3. مبروك ساحلي، **دور الأساليب الكمية في تحليل السياسات العامة**، مجلة العلوم الاجتماعية والانسانية، جامعة باتنة، المجلد: 19، العدد: 39، 2018.

4. أحمد رجب، **الإدارة وفن اتخاذ القرار**، وكالة الصحافة العربية، مصر، 2023.

5. مؤيد عبد المحسين الفضل، **الأساليب الكمية والوصفية في تحليل العلاقة التبادلية بين أقسام المنظمة الإنتاجية: بالتطبيق في معمل الألبسة الجاهزة في النجف**، مجلة الغري للعلوم الإقتصادية والإدارية، جامعة الكوفة، المجلد: 05 العدد: 16، العراق، 2010.

6. https://www.uobabylon.edu.iq/eprints/pubdoc_12_16411_475.docx **consulté le : 21/06/2024**

7. مبروك ساحلي، **دور الأساليب الكمية في تحليل السياسات العامة**، مجلة العلوم الاجتماعية والإنسانية، جامعة باتنة، المجلد: 19، العدد: 39، 2018.

8. أحمد الصيد نسيمة، **أساليب المدخل الكمي وأهميتها في ترشيد القرارات الإدارية**، الملتقى الوطني السادس حول: الاساليب الكمية ودورها في اتخاذ القرارات الإدارية، جامعة سكيكدة، 2009.

9. غانم فنجان موسى، مُحَمَّد صالح، **إدارة الاعلان والمبيعات**، دار الحكمة للطباعة والنشر، الموصل، بغداد، 1990.

10. شناف فريد، **مدخل للموازنة التقديرية للإنتاج**، دار المحمدية، الجزائر، 2002.

11. https://www.google.com/search?

12. حميد الطائي، **إدارة المبيعات: مفاهيم وتطبيقات**، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن، 2009.

13. عاشور بدار، محاضرات وتمارين الاساليب الكمية في التسويق، جامعة المسيلة، على الرابط:

14. https://elearning.univ msila.dz/moodle/course/view.php?id=11524&lang=fr

15. سليمان عبيدات، محمود علي سالم، **إدارة العمليات الانتاجية**، الشركة العربية المتحدة للتسويق والتوريدات، القاهرة، ط 01، 2013.

16. سماح وليد نجيب، حميد عبد النبي الطائي، **الأساليب الكمية في التسويق**، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2009.

17. مجيد الكرخي، **تخطيط وتقويم البرامج**، دار المناهج، عمان، الأردن، ط 01، 2013.

18. محمود جاسم الصميدعي، ردينة عثمان يوسف، **إدارة المبيعات**، دار الميسرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، الأردن، ط 01، 2010.

19. Scott P, **Introduction to Marketing Programs**, 25 April 2023, Sur le lien: https://www.linkedin.com/pulse/introduction-marketing-programs-scott-parker

20. Scott P, **Developing a Marketing Program Strategy**, 02 may 2023, Sur le lien: https://www.linkedin.com/pulse/developing-marketing-program-strategy-scott-parker

21. وليد خالد البلك، **إستخدام الأساليب الكمية في حل المشاكل الإدارية: بحوث العمليات**، دار الكتب والوثائق الرسمية، القاهرة، 2016.

22. منعم زمزير الموسوي، **بحوث العمليات: مدخل علمي لإتخاذ القرارات**، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ط 01، 2008.

23. مُحَمَّد راتول، **بحوث العمليات**، ديوان المطبوعات الجامعية، بن عكنون، الجزائر، ط02، 2006.

24. جهاد صياح بني هاني، نازم محمود ملكاوي، فالح عبد القادر الحوري، **تطبيقات بحوث العمليات في إدارة الأعمال**، دار الجامد للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ط 01، 2013.

25. مكيد علي، **مدخل إلى بحوث العمليات وتطبيقاتها الاقتصادية**، ديوان المطبوعات الجامعية، بن عكنون، الجزائر، 2016.

26. مُحَمَّد عبد الفتاح الصيرفي، **الأسلوب الكمي في تخطيط المشروعات: شبكات الأعمال للمبتدئين**، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ط 01، 2002.

27. إبراهيم أحمد مخلوف، **التحليل الكمي في الإدارة**، جامعة الملك سعود، الرياض، ط 02، 2004.

28. مُحَمَّد الطراونة، سليمان عبيدات، **مقدمة في بحوث العمليات**، عمان، الأردن، ط 01، 2009.

29. مُحَمَّد الفاتح المغربي، **بحوث العمليات في المحاسبة**، الأكاديمية الحديثة للكتاب الجامعي ، القاهرة، ط01، 2017.

30. إبراهيم موسى عبد الفتاح، **مقدمة في بحوث العمليات: نماذج وتطبيقات**، المكتبة العلمية، الزقازيق، مصر، 2006.

31.حامد سعد نور الشمرتي، علي خليل الزبيدي، **مدخل إلى بحوث العمليات**، دار مجدلاوي للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ط 01، 2007.

32.مُحَمَّد أزهر سعيد السماك، **جغرافية الصناعة: منظور معاصر**، دار اليازوزي العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2020.

33.عفاف علي حسن الدش، **بحوث العمليات واتخاذ القرار: الأساليب، التطبيق، استخدم الحزم الرياضية**، مكتبة عين الشمس، القاهرة، الجز الثاني، ط2، 2012 .

34.دلال صادق الجواد، حميد ناصر الفتال، **بحوث العمليات**، دار اليازوزي العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008.

35.مصطفى يوسف كافي، **اقتصاديات النقل السياحي**، دار رسلان للطباعة والنشر والتوزيع، دمشق، 2015.

36.مُحَمَّد بداوي، **بحوث العمليات**، دار ضحى للنشر والتوزيع، الجلفة، الجزائر، ط 01، 2022.

37.أكرم مُحَمَّد عرفان المهتدي، **الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات الإدارية: بحوث العمليات**، دار صفاء للنشر والتوزيع، ط 01، 2004.

الدكتور عبد الحفيظي أحمد،

من مواليد بلدية بني يعقوب (ولاية الجلفة)، في 08 أفريل 1988

دكتوراه الطور الثالث في العلوم التجارية، تخصص: تسويق، بجامعة أمحمد بوقرة (بومرداس)

أستاذ محاضر – ب – بجامعة الجلفة – الجزائر-

محتوى المطبوعة:

هذه المطبوعة هي مجموعة محاضرات خاصة بمقياس الاساليب الكمية التسويق 1، الموجهة لطلبة السنة الأولى ماستر، شعبة العلوم التجارية، تخصص: تسويق، تسويق الخدمات، وهذا من أجل معرفة الأساليب الكمية المستخدمة في التسويق، مما يسمح للطالب من معالجة مختلف القضايا التسويقية بكفاءة وموضوعية.

إن إعداد هذه المطبوعة حاء لتحقيق جملة من الأهداف ونوجزها فيما يلي:

1. التعرف على مفهوم الأساليب الكمية وأهميتها في مجال التسويق .
2. تنمية قدرة الطالب على استخدام الأساليب الإحصائية والرياضية في تحليل المشكلات التسويقية .
3. التعرف على أدوات التحليل الكمي المستخدمة في اتخاذ القرارات التسويقية .
4. مساعدة الطلبة على استخدام المؤشرات الكمية في دراسة سلوك المستهلك والسوق .
5. دعم مهارات البحث العلمي في مجال التسويق باستخدام البرامج والأساليب الكمية الحديثة .
6. المساهمة في ترشيد القرارات التسويقية وتقليل درجة عدم التأكد في بيئة الأعمال.