الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة أبي بكر بلقايد تلمسان

كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير

مطبوعة جامعية بعنوان:

دروس وتمارين محلولة في بحوث العمليات II

موجهة لطلبة السنة الثالثة ليسانس تخصص: اقتصاد كمي

من إعداد الدكتور بن عاتق عمر

السنة الجامعية: 2019-2020

محتوى المقياس

- **الفصل الأول: نظرية صفوف الانتظار**
  - أهمية وأهداف صفوف الانتظار
  - النماذج الرياضية لصفوف الانتظار
  - تمارين محلولة في نظرية صفوف الانتظار
- **الفصل الثاني: نظرية الألعاب الاستراتيجية**
  - نظرية الألعاب الاستراتيجية وعملية اتخاذ القرار
  - التطبيقات الاقتصادية والإدارية باستخدام نقطة التوازن والطريقة الحسابية
  - التطبيقات الاقتصادية والعسكرية بتطبيق البرمجة الخطية في الألعاب الاستراتيجية
- **الفصل الثالث: نظرية تسيير المخزون**
  - مفاهيم عامة حول المخزون وتسيير
  - الطرق التحديدية في تسيير المخزون
  - الطرق الاحتمالية
  - نماذج الدفع والسحب
  - تمارين محلولة في نظرية تسيير المخزون
- **الفصل الرابع: نظرية المحاكاة**
  - المحاكاة باستخدام أسلوب مونت وكارلو
  - تطبيقات نظرية المحاكاة

الفصل الأول: نظرية خطوط الانتظار

يشار لخطوط الانتظار في غالب الأحيان بالطوابير، حيث نواجهها باستمرار في حياتنا اليومية، فالانتظار أمام شبابيك بيع التذاكر لحضور مقابلة في كرة القدم مثلا أو الوقوف في الصف لإيداع أو سحب مبلغ من المال من إحدى البنوك أو مراكز البريد ما هي إلا أشكال من خطوط الانتظار.

وتنشأ مشكلة الانتظار عندما يكون معدل وصول الزبائن (طالبي الخدمة) أسرع بدرجة تفوق معدل أداء الخدمة للعميل الواحد وكذلك في حالة أداء الخدمة للزبون أسرع من معدل وصول الزبائن حيث تبقى محطات أداء الخدمة عاطلة عن العمل فهي أيضا صف انتظار.

وتعود دراسة خطوط الانتظار إلى المهندس الدانماركي A.K.ERLANG وذلك عام 1909، حيث بدأ بإجراء تجاربه على مشكلة الازدحام في المكالمات الهاتفية في الفترات الّتي كانت تكثر فيها هذه المكالمات مع تعرض طالبيها إلى نوع من التأخير بسبب عجز العاملين على تلبية الطلبات بنفس السرعة الّتي كانت تصل فيها.

وبعد عام 1917 توسع استخدام هذه الأساليب حتّى أصبحت تستخدم في مختلف المجالات.

ويمكن تعريف خطوط الانتظار بأنّها عبارة عن تراكم أفراد أو آلات وهي في حالة انتظار من أجل الحصول على خدمة معينة.

أهمية نظرية خطوط الانتظار:

تعتبر خطوط الانتظار ذات أهمية كبيرة خاصّة في تحليل أوقات الانتظار الغير مرغوب فيها بالنّسبة للزبون (طالب الخدمة) وكذلك النّظر إلى التكاليف النّاجمة عن الانتظار والتشغيل، فمثلا إذا كان عدد الزبائن في صفوف طويلة في بنك ما، وأراد المدير (متخذ القرار) أن يعالج المشكلة بفتح خط إضافي سينتج عن ذلك تكاليف إضافية إذا عليه الموازنة بين الجانبين عند اتخاذه للقرار.

أهداف النظرية:

تهدف نظرية خطوط الانتظار إلى تحديد الفترة الزمنية للانتظار وجعلها أقل ما يمكن وتحويلها إلى مقياس مادي وهي تكلفة الانتظار ودراسة أسلوب الموازنة بين تكلفة الانتظار وتكلفة اتخاذ القرار وهذا للتقليل من وقت الانتظار.

الهيكل العام لخطوط الانتظار:

يتألف الهيكل العام لخطوط الانتظار من ثلاث مكونات:

أ)- مصدر أو أكثر للوصول.

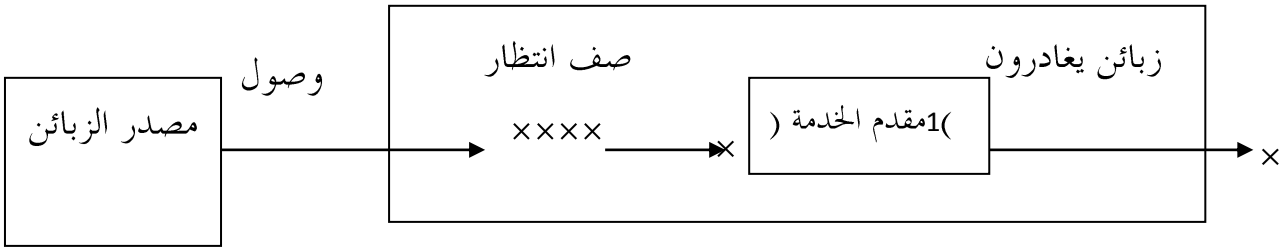
ب)- طوابير.

جـــ)- نظام الخدمة: حيث يتكون من محطة أو أكثر للخدمة.

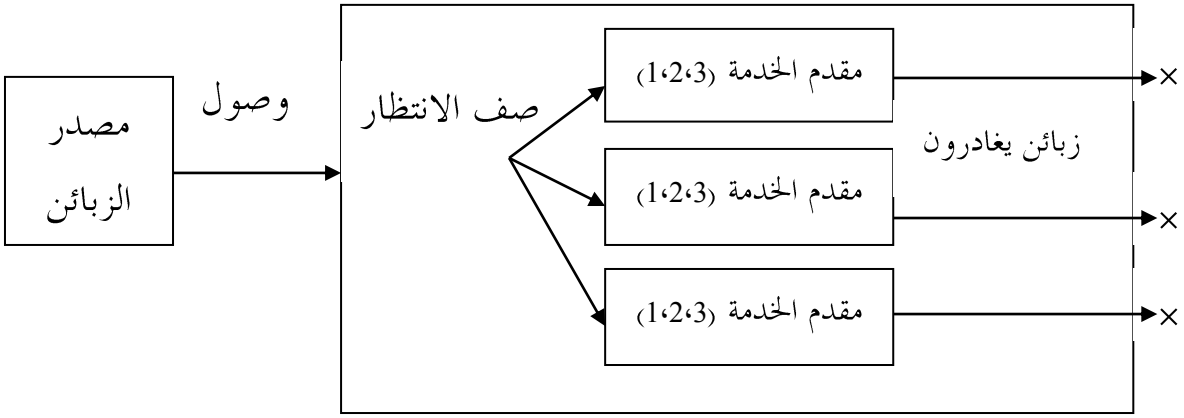
أنواع أنظمة الانتظار:

أ)- صف انتظار واحد ومركز خدمة واحدة:

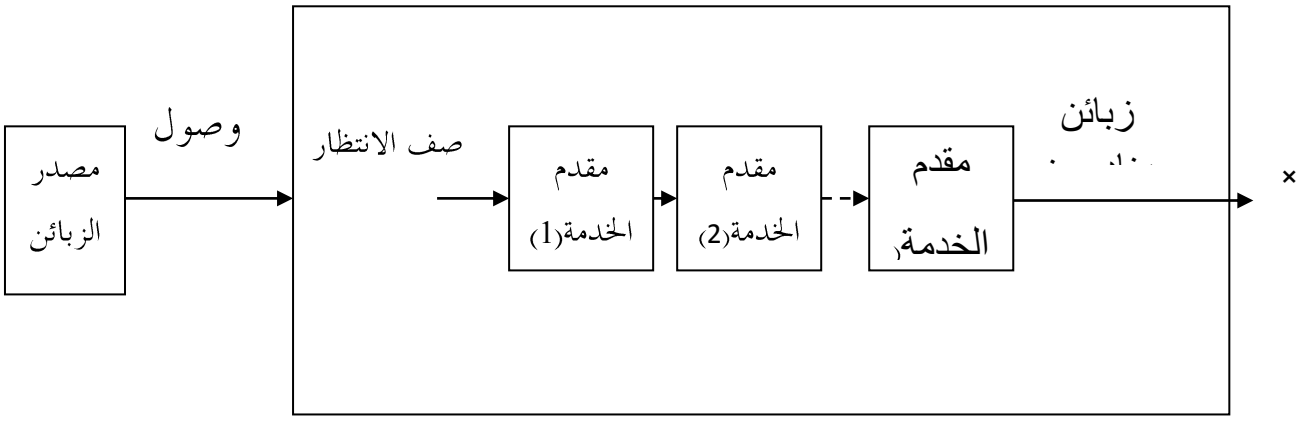
ومثال على ذلك ورشة تصليح السيارات فيها مصلح واحد ويسمى هذا الشكل: مركز أداء خدمة واحدة وبمرحلة واحدة.



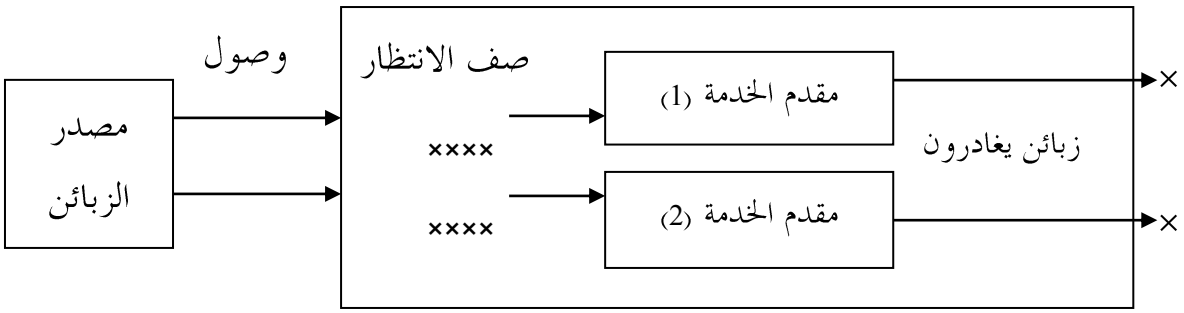
ب)- نظام انتظار ذو مراكز أداء خدمة متعددة على التوازي وبمرحلة واحدة: في هذه الحالة يمكن للزبون الحصول على الخدمة من أي محطة كما هو الحال في البنوك.



ج)- نظام انتظار ذو مركز خدمة واحدة وبمراحل متعددة: كما هو الحال في خطوط الإنتاج عند معالجة المواد الأولية في عدة مراحل متسلسلة ومتتابعة.



د)- نظام انتظار بصفوف متعدّدة ومراكز خدمة على التوازي ومرحلة واحدة.



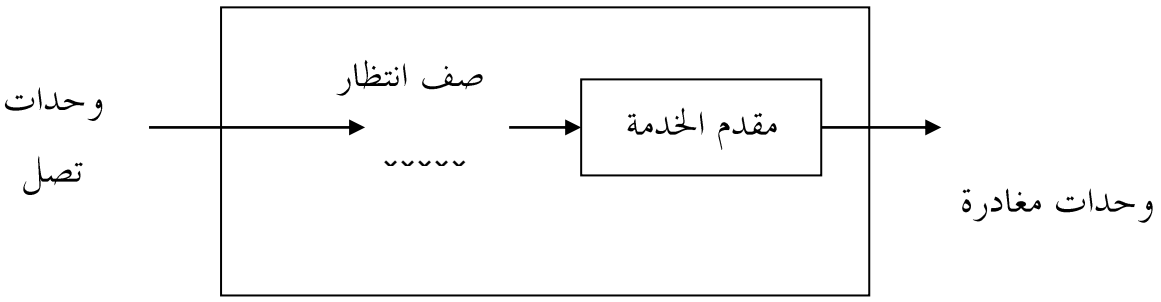
كما هو الحال في محطات توزيع الوقود (بترين ، مازوت ، غاز).

العناصر الأساسية لخطوط الانتظار:

أ)- نمط الوصول: ويقصد به الزمن الفاصل بين وصول زبونين إلى مركز الخدمة بشكل مستقل عن بعضهما ويخضع نمط وصول الزبائن في غالب الأحيان إلى توزيع احتمالي غير متصل يسمى التوزيع البواسوني حيث يشير إلى أن احتمال وصول الزبائن لا يعتمد على الوقت الّذي يتم فيه الوصول وإنّما على الفترة الزمنية الفاصلة بين عمليات الوصول. وقد تكون هذه الفترة ثابتة.

ب)- نمط تقديم الخدمة: وبقصد به متوسط الوقت اللازم لتقديم الخدمة وقد يكون زمن الخدمة ثابت أو متغير عشوائي بتوزيع احتمالي معروف، حيث يخضع في غالب الأحيان إلى التوزيع الأسي.

ج)- طاقة النّظام: ويقصد بطاقة النظام على أنّها مجموع طالبي الخدمة (مجموع العملاء في الخدمة أو في خط الانتظار) وقد تكون محدودة أو غير محدودة.



د)- قواعد تقديم الخدمة: وهي الأسس الّتي بموجبها ينتظم خط الانتظار وتحدد معايير الخدمة وهي:

- الأول في الوصول الأول في الخدمة.
- الأخير في الوصول الأوّل في الخدمة.
- الخدمة بطريقة عشوائية.
- الخدمة حسب الأسبقية.

تصنيف أنظمة الانتظار :

إنّ منظومات صفوف الانتظار مصنفة حسب الرموز (a/b/c) (d/e/f والّتي تسمى رموز kendall.

حيث أنّ :

A : يمثل نمط الوصول ويستخدم الرمز M والذي يمثل معدل الوصول بتوزيع بواسوني أو D ثابت.

B : يمثل توزيع الخدمة ويستخدم الرمز M والذي يمثل الخدمة بتوزيع أسي أو D ثابت.

C : يمثل محطات الخدمة ويستخدم الرمز (1) في حالة مركز خدمة واحد أو k في حالة مراكز خدمة متعدّدة.

D : يمثل قواعد تقديم الخدمة.

E : يمثل طاقة النظام ، ويكون محدودا N أو غير محدود ∞

F : يمثل المجتمع القادم منه العناصر ويكون محدود N أو غير محدود ∞

الصيغة الرياضية لنماذج صفوف الانتظار :

النموذج ∞/ ∞/M/M/1/FCFS :

في هذا النموذج يصل الزبائن عشوائيا لغرض الخدمة حيث هناك مؤدي خدمة واحد ولا توجد قيود على النظام وأنّ وصول الزبائن يتبع التوزيع البواسوني وتوزيع الخدمة التوزيع الأسي وأنّ معدل الوصول λ ومعدل الخدمة μ.

- λ : معدل الوصول: فنقول وصول 10زبائن في الدقيقة مثلا.
- معدل أداء الخدمة μ : وهو عبارة عن عدد الوحدات الّتي يتم خدمتها في فترة زمنية معينة. مثلا تقديم الخدمة لـــ 15 زبون في الساعة.
- معامل الاستخدام ρ : يشير إلى متوسط الفترة الزمنية الّتي يكون فيها النظام مشغولا.

$$\rho=\frac{\lambda}{\mu}$$

فإذا كانت
- $\rho=1$ ⇐ معدل الوصول يساوي معدل أداء الخدمة.
- $\rho\rangle 1$ ⇐ معدل الوصول أكبر من معدل تقديم الخدمة (عدم استقرار).
- $1\rangle\rho$ ⇐ معدل الوصول أقل من معدل أداء الخدمة (حالة استقرار).

- متوسط عدد الوحدات في النظام L: يعبر عن مجموع الوحدات الّتي تنتظر دورها في تلقي الخدمة مضافا إليها الّذين دخلوا في مرحلة تلقي الخدمة.

$$L=\frac{\lambda}{\mu-\lambda}$$

- متوسط عدد العملاء في خط الانتظار Lq: هو عبارة عن مجموع الوحدات الّتي تنتظر دورها لتلقي الخدمة.

$$Lq=\frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)}$$

- متوسط الزمن الّذي يقضيه العميل في النظام w : يمثل الزمن الّذي تقضيه الوحدة في خط الانتظار مع إضافة الزمن الّذي تقضيه في تلقي الخدمة.

$$W=\frac{1}{\mu-\lambda}$$

wq. الزمن المتوقع الّذي يقضيه العميل في خط الانتظار

$$Wq=\frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)}=\frac{\rho}{(\mu-\lambda)}$$

P_o: احتمال عدم وجود أي وحدة في النظام

$$P_0=1-\rho=1-\frac{\lambda}{\mu}$$

n: احتمال وجود وحدة في النظام

$$P_n=P_0(\frac{\lambda}{\mu})^n$$

مثال: مدير بنك يريد تعيين أمين صندوق وعلما أنّ الزبائن يصلون بمعدل 9 زبائن كل 5 دقائق بينما أمين الصندوق يستطيع أن يخدم 10 زبائن بنفس المدة. فإذا كان معدل الوصول يخضع لتوزيع بواسوني ومعدل الخدمة للتوزيع الأسي.

المطلوب:

- أحسب معدل عدد الزبائن في النظام.
- ما هو عدد الزبائن في صف الانتظار.
- ما هو الزمن الّذي يقضيه الزبون في النظام.
- ما هو الزمن الّذي ينتظره الزبون قبل أن تقدم له الخدمة.
- ما هو احتمال وجود عشرة زبائن في النظام في أي وقت.

الحل:

$\lambda = \frac{9}{5} = 1.8$ دقيقة/زبون

$\mu = \frac{10}{5} = 2$ دقيقة/زبون

وبما أن: $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = 0.9 \Leftarrow$ النظام في حالة استقرار.

1- معدل عدد الزبائن في النظام:

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{1.8}{(2-1.8)} = 9 \text{ زبائن}$$

2- عدد الزبائن في صف الانتظار: (متوسط طول صف الانتظار).

$$Lq = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{(1.8)}{2(2-1.8)} = 8 \text{ زبائن}$$

3- الزمن الّذي يقضيه الزبون في النظام:

$$w = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{(2-1.8)} = 5 \text{ دقائق}$$

4 ي- الزمن الّذي ينتظره الزبون في الصف:

$$wq = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{1.8}{2(2-1.8)} = 4.5 \quad \text{دقيقة}$$

ومن خلال السؤال 3و4 نستنتج أن الوقت الكلي الّذي يقضيه الزبون في النظام هو 5 دقائق معناه أنّه ينتظر في الصف لمدة 4 دقائق و30 ثانية ويقضي في الخدمة 30 ثانية.

5- **احتمال وجود 10 زبائن في النظام في أي وقت** :

$$P_{10} = (1-\frac{\lambda}{\mu})(\frac{\lambda}{\mu})^{10} = (1-\frac{1,8}{2})(\frac{1,8}{2})^{10} = 0,0348$$

مثال 2: هناك هاتف واحد للاتصالات في إحدى الإقامات الجامعية حيث يكون وصول الطلاب عشوائيا وبمتوسط 8 دقائق بين طالبين متتاليين، علما أن الفترة المستغرقة في المكالمة تتبع التوزيع الأسي وبمتوسط خمس دقائق.

المطلوب:

- احتمال كون الخط مشغول.
- متوسط طول صف الانتظار.

الحل:

$$\lambda = \frac{1}{8}$$

$$\mu = \frac{1}{5}$$

- احتمال أن الخط مشغول = $\frac{\lambda}{\mu}$

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{\frac{1}{8}}{\frac{1}{5}} = \frac{5}{8} = 0.625$$

إذن نسبة انشغال الخط يكون مساوي إلى 62.5%.

- متوسط طول صف الانتظار:

$$Lq = \frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)} = \frac{\left(\frac{1}{8}\right)}{\left(\frac{1}{5}\right)\left(\frac{1}{5}-\frac{1}{8}\right)} = \frac{25}{24} \approx 1$$

وهذا يعني بوجود طالب واحد في صف الانتظار.

النموذج M/M/1/GD/N/∞:

وصول الزبائن في هذا النموذج يتبع التوزيع البواسوني ونمط الخدمة أسي ويعتبر النظام محدود ، حيث أنّ الوحدات الّتي تصل حديثا لا يسمح لها بالدخول فإنّ هذا يؤثر على معدل الوصول $\bar{\lambda}$ ويكون اقل من λ

* معدل الوصول المتوقع :

$$\bar{\lambda}=\lambda(1-P_n)$$

* احتمال وجود n وحدة في النظام :

$$P_n=\left(\frac{1-\rho}{1-\rho^{n+1}}\right)\rho^n$$

n=0,1,2…..N

* عدد الوحدات المتوقعة في النظام :

$$L=\frac{\rho\left[1-(N+1)\rho^n+N\rho^{n+1}\right]}{(1-\rho)(1-\rho^{n+1})}$$

* عدد الوحدات في صف الانتظار :

$$Lq=L-\frac{\bar{\lambda}}{\mu}=L-\rho(1-P_n)$$

* الوقت المستغرق في خط الانتظار :

$$Wq=\frac{Lq}{\bar{\lambda}}=\frac{Lq}{\lambda(1-P_n)}$$

* الوقت المستغرق في النظام :

$$W=Wq+\frac{1}{\mu}=\frac{Lq}{\lambda(1-P_n)}+\frac{1}{\mu}$$

مثال :

تنقل الوحدات المنتجة في مؤسسة بواسطة حزام ناقل إلى مركز مراقبة الجودة ، فتصل طبقا للتوزيع البواسوني بمعدل 20 وحدة في الساعة بينما تقدم الخدمة بطريقة في مركز المراقبة تبعا للتوزيع الأسي بمقدار 0,04 ساعة للوحدة الواحدة ، وعلما أنّ الحدّ الأقصى للحزام الناقل 4

وحدات وأنّ مركز مراقبة الجودة لا يقبل بدخول أي وحدة عندما يبلغ عدد الوحدات في النظام 5 وحدات.

المطلوب :

1) احتمال أن تصل وحدة إلى النظام وتستطيع الدخول إلى النظام.

2) مقدار كل Lq, L

الحل :

N=5

$$\lambda = 20$$

$$\mu = \frac{1}{0,04} = 25$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{20}{25} = 0,8$$

$$P_5 = (\frac{1-0,8}{1-(0,8)^6})(0,8)^5 = 0,0888$$

* وحيث أنّ احتمال وجود أكثر من 5 وحدات في النظام يساوي 0 فإنّ احتمال دخول وحدة في النظام معناه أنّ عدد الوحدات أقل من 5.

ومنه :

$$P(n<5) = 1 - P_5$$

= 1-0,0888

= 0,9112

* عدد الوحدات في النظام :

$$L = \frac{0,8\left[1-6(0,8)^5+5(0,8)^6\right]}{0,2\left[1-(0,8)^6\right]} \square 2$$

* عدد الوحدات في صف الانتظار :

$$Lq = L - \frac{\lambda}{\mu} = 2 - \frac{\lambda(1-Pn)}{\mu}$$

$$Lq = 2 - 0,8(1-0,0888) \square 1$$

النموذج : D/D/1/FIFO/ ∞/∞

يفترض هذا النظام نمط ثابت لوقت الوصول، ونمط ثابت لوقت الخدمة ومقدم خدمة واحد والأول في الوصول هو الأول في الخدمة.

مثال:

الجدول التّالي يبين زيارة المرضى للطبيب في أحد المستشفيات بحيث موعد كل مريض يستغرق 5 دقائق وأن المريض يمكث عند الطبيب لمدة8 دقائق. وأن الطبيب يباشر عمله في الساعة 10 صباحا.

صف الانتظار	المريض في الخدمة	الزمن
–	–	10 :00
–	م1	10 :05
م2	م1	10 :10
–	م2	10 :13
م3	م2	10 :15
م3 / م4	م2	10 :20
م4	م3	10 :21
م4/ م5	م3	10 :25
م5	م4	10 :29
م5 / م6	م4	10 :30
م5/ م6 / م7	م4	10 :35
م6 / م7	م5	10 :37
م6/ م7 /م8	م5	10 :40
م7 / م8 / م9	م6	10 :45
م7 /م8 / م9 / م10	م6	10 :50

10 :53	7م	8م / 9م / 10م
10 :55	7م	8م /9م /10م /11م
11 :00	7م	8م /9م /10م / 11م /12م

المطلوب:

1- ما هو عدد المرضى المنتظرين بعد ساعة من بدأ العمل.

2- ما هو متوسط فترة الانتظار.

3- ما وهو متوسط طول الصف في قاعة الانتظار.

الحل:

1- من خلال الجدول نجد أن عدد المرضى المنتظرين في الصف بعد ساعة من بدأ العمل هو 5 أشخاص.

2- متوسط فترة الانتظار للمريض = $\frac{\text{مجموع فترات الانتظار}}{\text{عدد المرضى}}$

حيث أن مجموع فترات الانتظار = 113.

إذن:

متوسط فترة الانتظار = $\frac{113}{11}$ = 10,27 دقيقة.

أي أن المريض الواحد ينتظر في المتوسط لمدة 10 دقائق و 16 ثانية لكي يتلقى الخدمة.

3- متوسط طول صف الانتظار = $\frac{\text{عدد المرضى في الصف}}{\text{عدد المرضى}}$

$$= \frac{32}{11}$$

≈ 3 مرضى.

النموذج (GD/∞/∞) (M/M/K) / (:

يفترض هذا النموذج أن نمط الوصول للزبائن يتبع التوزيع البواسوني ووقت الخدمة يتبع التوزيع الأسي وهناك مراكز متعددة لتقديم الخدمة ويعتبر النظام غير محدود، وكذلك المجتمع القادم منه العملاء هو الآخر غير محدود.

* احتمال عدم وجود أي وحدة في النظام:

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

* احتمال وجود n وحدة في النظام:

$$P_n = \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} \cdot P_0 \qquad 0 \le n \le k$$

$$P_n = \frac{(\lambda/\mu)^n}{K!(K)^{n-k}} \cdot P_0 \qquad n \ge k$$

* متوسط طول صف الانتظار:

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

* متوسط عدد الزبائن في النظام:

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

* الزمن المتوقع في صف الانتظار:

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda}$$

* الزمن المتوقع في النظام:

$$W = Wq + \frac{1}{\mu}$$

مثال: يوجد في إحدى مراكز الاتصال ثلاث خطوط خارجية حيث وصول الزبائن يتبع التوزيع البواسوني وبمعدل 12 زبون في الساعة ووقت المكالمة بتوزيع أسي بمعدل 10 دقائق لكل مكالمة.

المطلوب:

1- احتمال عدم وجود أي زبون في النّظام.

2- متوسط عدد الزبائن في النظام.

3- متوسط زمن الانتظار في النّظام.

4- احتمال وجود 5 زبائن في النظام.

الحل:

$$\mu=\frac{60}{10}=6 \text{ سا/ زبائن}$$

$$\lambda=12 \text{ سا/ زبون}$$

$$P=\ \rho=\frac{12}{6}=2$$

بما أن $\rho>1$ فهذا يعني أن النّظام في حالة عدم استقرار، أي أن طول صف الانتظار يزداد مع مرور الزمن. لأن معدل وصول الزبائن يفوق معدل أداء الخدمة.

-1

$$P_0=\left[\sum_{n=0}^{2}\frac{(2)^n}{n!}+\frac{(2)^3}{3!\left(1-\frac{2}{3}\right)}\right]$$

$$=[1+2+2+4]^{-1}$$

$$=\frac{1}{9}$$

-2

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

نحسب متوسط طول صف الانتظار:

$$Lq=\frac{\frac{1}{9}(2)^3\left(\frac{2}{3}\right)}{3!\left(\frac{1}{3}\right)^2}=\frac{8}{9}$$

ومنه:

$$L=\frac{8}{9}+2=\frac{26}{9}\approx 3 \text{ زبائن}$$

-3

$$W=Wq+\frac{1}{\mu}$$
$$W=\frac{Lq}{\lambda}+\frac{1}{\mu}$$
$$W=\frac{8}{9\times 12}+\frac{1}{6}=0,24 \text{ ساعة}$$

إذن متوسط الوقت المستغرق في النظام هو 14 دقيقة و 24 ثانية.

4- احتمال وجود5 وحدات في النظام:

بما أن: $n\langle K$

إذن:

$$P_5=\frac{(2)^5}{3!(3)^2}\cdot\frac{1}{9}$$
$$P_5=0,065$$

خلاصة الفصل:

إنّ مشكلة الانتظار أصبحت واسعة الانتشار في شتى الميادين ولا يمكن حلها بشكل نهائي لكن يمكن على الأقل التّخفيف من حدتها حيث تعتبر نظرية صفوف الانتظار أسلوب يمكننا من خلاله توفير المعلومات اللازمة الّتي تساعد على اتخاذ القرار.

تمارين محلولة في نظرية صفوف الانتظار

التمرين الأول:

يوجد أخصائي في عيادة طبية لمعالجة المرضى القادمين إلى هذه العيادة. إن وصول المرضى إلى العيادة موزع حسب التوزيع البواسوني بمعدل 3 مرضى في الساعة.إن زمن فحص كل مريض موزع بصورة أسية بمعدل 15 دقيقة لكل مريض.

المطلوب: أوجد

- الاحتمال الذي يمثل عدم وجود أي مريض في النظام.
- معدل عدد المرضى في صف الانتظار.
- احتمال وجود أكثر من 3 مرضى في الصف.
- معدل زمن الانتظار في الصف.
- معدل عدد المرضى في النظام.
- معدل زمن الانتظار في النظام.

الحل:

لدينا:

الاحتمال الذي يمثل عدم وجود أي مريض في النظام هو $P0=0.25$

معدل عدد المرضى في صف الانتظار هو $Lq=2$

احتمال وجود أكثر من 3 مرضى في الصف هو $P4=0.92-1$

معدل زمن الانتظار في الصف هو $Wq=0.75h$

معدل عدد المرضى في النظام هو $Ls=3$

معدل زمن الانتظار في النظام هو $Ws=1h$

التمرين الثاني:

يتضمن مطار ساحة واحدة مخصصة لإقلاع ونزول الطائرات، يستقبل برج المراقبة في المتوسط 15 طلبا للإذن بالإقلاع في الساعة وهو يخضع للتوزيع البواسوني، مع العلم أن الوقت المتوسط المستغرق في عملية الإقلاع هو 3دقائق وهو يتغير بصفة عشوائية حسب التوزيع الأسي.

المطلوب:

- ما هو النموذج المناسب لهذا النظام؟ مع الشرح

- قدر العدد المتوسط للطائرات في خط الانتظار (الطائرات التي طلبت الإذن بالإقلاع و لم تتلقاها بعد).

- قدر الوقت المتوسط الذي تقضيه الطائرة في خط الانتظار.

- ما هو احتمال أن تقدم طائرة معينة طلب الإذن بالإقلاع ولا تحصل عليه بصفة مباشرة وعليها الانتظار.

الحل:

النموذج المناسب لهذا النظام هو: $(GD)(M/M/1/\infty/\infty)$.

الشرح: مركز خدمة واحد، الوصول بواسوني بمعدل ، الخدمة أسية بمعدل ونموذج الانتظار غير محدد.

العدد المتوسط للطائرات في خط الانتظار هو $Lq=2$

الوقت المتوسط الذي تقضيه الطائرة في خط الانتظار هو $Wq=0.15h$

احتمال أن تقدم طائرة معينة طلب الإذن بالإقلاع ولا تحصل عليه بصفة مباشرة وعليها الانتظار هو $\rho=0.75$

الفصل الثاني: نظرية الألعاب الاستراتيجية

الألعاب الاستراتيجية ونظرية القرارات:

المفهوم العام لنظرية الألعاب الإستراتيجية:

يعتبر العالم الرياضي الفرنسي إميل بوريل Emile Borel أول من طرح فكرة النظرية سنة 1921 .الا أن أول من فكر في وضع تحليل علمي للألعاب الإستراتيجية هو العالم الرياضي جون فوننيومان ,بعد أن أتبث القانون الأساسي للنظرية. و هو قانون أدنى الاقصيات Minimax وكان ذلك عام 1928 ولكنه لم يتطرق في ذلك الوقت إلى مفهوم التطبيقات الاقتصادية و الإدارية و العسكرية لهده الألعاب و إنما ركز جل اهتمامه على التعبير عن الألعاب بخوارزميات ونظريات تبنى على الأساس الرياضي و المنطقي لقواعد وقوانين كل لعبة.وفي عام 1944 قام العالمان نيومان و مورغينشتيرن (John von Neumann et Oskar Morganstern) بأول مبادرة لنشر كتاب في هدا المضمون و دعوه (نظرية الألعاب في السلوك الاقتصادي). وكان هدا الكتاب أول مدخل لنظرية الألعاب الإستراتيجية في المجالات الاقتصادية و الإدارية حيث قاما بتقديم النظرية كأداة لتحليل المواقف التنافسية المتعارضة في المجالات الاقتصادية و الحربية.

يمكن أن نعرف اللعبة التنافسية باللعبة التي لها نهاية (ربح) يبحث عنها كل مشارك في هده اللعبة ولكن لا يستطيع بلوغها إلا احد هؤلاء اللاعبين ويصل إلى النهاية اللاعب الذي يأخذ بالاستراتيجيات المرحلية المثالية للعب وحسب قواعد وقوانين اللعبة . إن كل لاعب وفي كل مرحلة من مراحل اللعب يواجه مجموعة كبيرة من الاستراتيجيات المرحلية للعبة وان اختيار إحدى هده الاستراتيجيات المرحلية يعني إجراء لعبة مرحلية واحدة ندعوها بالخطوة وتشكل مجموعة الخطوات التي يقوم بها اللاعبين على التسلسل ما يدعى بالمباراة وان الوصول إلى نهاية اللعبة يعنى تحديد موضع اللاعبين من رابح وخاسر. ونلاحظ هنا أن اللاعب الخاسر هو لاعب رابح سلبا وانطلاقا من هدا المفهوم تصمم الألعاب الاستراتيجية التنافسية حيت يعبر عن الربح والخسارة بالقيمة النقدية (القيم الاقتصادية) أو بقيم عددية قياسية أخرى.

من الناحية الاقتصادية فان نظرية المباريات هي عبارة عن تكتيك يستخدم عند الرغبة في اتخاذ القرارات التي تتطلب أخذ استراتيجيات الأطراف الأخرى ذوي المصالح المتعارضة في الاعتبار

فالاستراتيجية التي تتبعها المنشأة قد تتوقف على الاستراتيجية التي تتبعها المنشأة المنافسة. ويحقق استخدام نظرية المباريات في مثل هذه المواقف فائدة كبيرة لمتخذي القرارات.

وتدل كلمة المباريات في موضوعنا هذا كوصف لجميع الأوضاع التي تعبر عن وجود صراع أو تعارض في التفضيلات من نوع لآخر وفي مثل هذه الأوضاع هناك انفصال بين الدوافع التي تحرك كل من أطراف النزاع كما أن نجاح أحد هذه الأطراف يكون على حساب الطرف الآخر أو الأطراف الأخرى لدى تكون العلاقة فيما بين الأطراف علاقة تنافس وتناقض في المصالح ومع هذا فلا شك أن محاولة التوصل إلى اتفاق ما من بين العديد من الإمكانيات يكون أفضل من عدم التوصل إلى أي اتفاق هذا من جهة الأطراف المعنية. لذا فان من مصلحة الجميع أن يتعاونوا سويا و يحاولوا المساهمة في المراحل التي يمكن من خلالها التوصل إلى اتفاق واتخاذ قرار معين.

ويمكن القول أن أي مباراة تتكون من العناصر التالية:

- اللاعبون (أو الأشخاص الذين يشملهم موقف المباراة) بمعنى متخذي القرارات.
- قواعد المباراة.
- نتائج المباراة.
- القيم التي يعطيها اللاعبون لكل نتيجة.
- العوامل التي يسيطر عليها اللاعبون.
- نوع وكمية المعلومات المتاحة وقت المباراة.

تنقسم المباريات من حيث عدد المشاركين فيها إلى مباريات ثنائية و مباريات متعددة الأطراف كما تنقسم من حيث الحصيلة (النتيجة) إلى نوعين الألعاب الاستراتيجية ذات النتيجة الصفرية والألعاب الاستراتيجية دون نتيجة صفرية نعرف اللعبة الاستراتيجية ذات النتيجة الصفرية باللعبة التي فيها مجموعة خسارة أللاعبين وربحهم مساويا للصفر فادا كان اللاعب A يدفع إلى اللاعب B دولار واحد مثلا فان اللاعب B يدفع إلى اللاعب A نفس القيمة ولكن بشكلها السالب أي (-1)دولار ويكون مجموع الدفعات لكلا اللاعبين مساويا للصفر. فإذا تنافست شركتان على حجم سوق تابت مثلا وفازت إحداهما بزيادة 10% من نصيبها في السوق فان الأخرى بالضرورة تكون قد خسرت ما يعادل هذه النسبة من حصتها في السوق

أما الألعاب الاستراتيجية التي حصيلتها الجبرية لا تساوي الصفر ندعوها بالألعاب الاستراتيجية ذات النتيجة غير الصفرية مثلا قد يترتب على حملة إعلانية تقوم بها إحدى شركتين متنافستين زيادة مبيعاتها بنسبة معينة و لكن النقص في مبيعات المنافسة يقل عن هذه النسبة أو يزيد عنها , وفي هذه الحالة تكون المبيعات الكلية للشركتين معا قد زادت , وفي الحالة الثانية تكون المبيعات الكلية قد نقصت . وتكون أرباح الشركة الأولى أكبر من النقص في الحالة الثانية , بينما تكون أقل من هذا النقص في الحالة الثانية و تكون المباراة متعددة الأطراف إذا زاد عدد المشاركين فيها أو المتنافسين عن اثنين . و هي قد تكون ذات حصيلة صفرية , كما قد تكون ذات حصيلة غير صفرية موجبة أو سالبة كما هو الحال بالنسبة للمباراة الثنائية وتستند نظرية المباريات على مجموعة من الفروض

1- معرفة كل مشارك في المباراة استراتيجيات المشاركين الآخرين وعدم معرفته لما سيستخدم فيها

2- كل متنافس على يقين بمقدار العوائد التي يمكن أن تحققها التوليفات المختلفة من الخطط التي يمكن إتباعها وهذا يعني أن المشارك على علم تام بمقدار الإيرادات الكلية و التكاليف الكلية و إجمالي الربح الذي التي تحققه كل توليفة من الخطط الإنتاجية المنافسة

3- يعتمد مكسب أو خسارة كل مشارك على استراتيجية أو استراتيجيات المشاركين الآخرين.

إن مجموع الدفعات السلبية والايجابية تشكل في أي لعبة من الألعاب ما يدعي بمصفوفة الدفعات.

نعرف مصفوفة الدفعات بالجدول الذي يوضع لتحديد قيمة الدفعات عند كل استراتيجية لعب والتي يجب أن تؤدى عند إجراء خطوة اللعب باعتماد إحدى الاستراتيجيات المتاحة . ومن اجل شرح هدا المفهوم نورد المثال التالي:

ملاحظة:

يفترض في نظرية المباريات دائما أن المتنافسين في منتهى الوعي و الرشد . فيجب أن يتوافر في كل منهم القدرة على التوقع بتصرفات المنافس . و بالتالي ليس هناك أي تصرف عشوائي غير محسوب من قبل أي من المنافسين نفرض لدينا شركتين B,A يتنافسان في سوق منتجات معين حيث يعرض كل منهما ثلاث منتجات في هذا السوق, وحيث تعتبر منتجات كل من الشركتين بدائل كاملة لمنتجات الآخر . و لنفرض أن الشركة A نتيجة دراسة للسوق و التغير في أذواق

المستهلكين. وجدت أنها تستطيع تقديم منتجا رابعا متطورا يمكن أن يؤدي إلى زيادة نصيبها في السوق بمقدار 10%من الحجم الكلي للسوق إذا لم تقم الشركة B بتصرف مضاد. أما إذا قامت الشركة B بتقديم منتج جديد هي الأخرى. فان الزيادة في نصيب الشركة A من السوق بتقديم منتجها سوف تقتصر على 4% فقط. في حين إذا قامتB بتقديم منتج جديد بينما لم تقم A بتقديم منتجها فان A تخسر 6%من نصيبها الحالي في السوق .

فما هي الاستراتيجية المفضلة و التي يجب على الشركة A إتباعها في ظل هذه الظروف ؟ و بالتالي ما هي استراتيجية الشركة B المثلى لمقابلة نوايا الشركة A ؟

الحل

نرمز للخيار الأول للشركة A بالرمزP (تقديم منتجا رابعا). و للخيار الثاني الرمز Q نفس الشيء بالنسبة للشركة B للخيار الأول بالرمز S(تقديم منتجا رابعا). للخيار الثاني الرمزT وعلى هذا يمكن أن نلخص البيانات السابقة في شكلا ما يسمى عائد المباراة أو مصفوفة الدفعات حيث نفترض أن العدد الموجب يبين ربح الشركة A والعدد السالب يبين ربح الشركةB أو الخسارة الشركة A وعندها يمكن أن نحصل على مصفوفة الدفعات التالية للعبة الإستراتيجية المقترحة

		استراتيجيات الشركة B	
	الاستراتيجيات	S	T
الشركة A	P	4%	10%
	Q	-6%	0

نتيجة

إن الحل الكامل للعبة والذي يتلخص بان الشركة A سوف تختار بالضرورة البديل P ذلك لأنها في كل الأحوال سوف تحصل على زيادة إضافية في نصيبها من السوق أدناها 4% . وفي ظل هذه الظروف يصبح من الضروري على الشركة B أن تختار البديل S لتقلل خسائرها من حصة السوق إلى أقل ما يمكن و المقدرة ب 4% و منه فالإستراتيجية المثالية هي (S,P) وأي لعبة أخرى سوف تكون نتائجها أسوأ بالنسبة لأحد الطرفين ندعو القيمة (4%) الناتجة عن اللعب بالإستراتيجية السابقة قيمة المباراة (سعر اللعبة) في مثالنا تعبر قيمة المباراة ومقدارها (4%) عن قيمة نقطة الالتقاء أو نقطة انتهاء المباراة ومما يلاحظ على هذه النقطة أن نقطة الالتقاء أو نقطة انتهاء المباراة عبارة

عن أكبر قيمة في عمودها و أصغر قيمة في صفها وهذه المعلومة صحيحة في كل الحالات التي يوجد بها نقطة التقاء أو نقطة انتهاء المباراة وتسمى المباريات من هذا الشكل بمباريات الإستراتيجية الصافية إن الإستراتيجية الصافية لمتنافس معين تعني اختياره لأحد البدائل بصفة مطلقة دون البدائل الأخرى أي احتمال اختيار هذا البديل يكون مساويا للواحد بينما اختيار البدائل الأخرى يكون احتمالها مساويا للصفر وفي مثالنا فان اختيار الشركة A بين البديلين أصبحت مركزة على البديل T بنسبة 100% أي باحتمال واحد صحيح بينما فرصة اختيار Q أصبح احتمالها مساويا للصفر. ويقال في هذه الحالة أن الشركة A تتبع إستراتيجية صرفة (صافية)هي (0,1) أي احتمال اختيار احد البديلين هو واحد واحتمال اختيار البديل الآخر هو الصفر.و بالتبعية تكون الإستراتيجية مختلطة إذا كان احتمال اختيار أكثر من بديل يزيد عن الصفر مثال ذلك الاستراتيجيات (1/2,1/2),(0,1/2,2/3) .... وعلى هدا فان حل أي لعبة إستراتيجية يتطلب تحديد ثلاث نقاط أساسية وهي

- الإستراتيجية المثالية للاعب (A)
- الإستراتيجية المثالية للاعب (B)
- سعر اللعبة (g)

استخدام قاعدة MINMAX و MAXMIN في إيجاد حلول الألعاب

يحاول دائما صانع القرار اختيار الحد الأقصى للربح من بين الحدود الدنيا في حالة الربح. أما في حالة الخسارة يحاول اللاعب اختيار الحد الأدنى للحدود القصوى من الخسارة(أقصى أدنى المكاسب , أدنى أقصى الخسائر). ففي ضوء نظرية المباريات يمكن استخدام معيار الحد الأقصى للحدود الدنيا من الأرباح وذلك بغرض اختيار الاستراتيجيات التي تعمل على تدنية الخسارة لكل لاعب.

من مثالنا السابق نلاحظ أن أدنى ما يتحقق من مكاسب للشركة A من البديل الأول P هو إضافة 4% بينما أقل ما يتحقق لها من البديل Q هو فقدان (6-) من نصيبها من السوق و بتطبيق قاعدة MAXMIN (4% , 6%-) =4% تختار البديل P بالنسبة للشركة B فهي تقييم البدائل على أساس حساب أقصى ما يمكن أن يتحقق لها من خسائر عن كل منها , ثم تعمل على تقليل خسائرها إلى أقل ما يمكن . فلو اختارت البديل S فأقصى خسارة تمنى بها هي فقدان 4%

من نصيبها من السوق بينما لو اختارت البديل T فأقصى خسارة فقدان 10% من هذا النصيب و بتطبيق قاعدة MINMAX (10% , 4%) =4%

		استراتيجيات الشركة B		
	الاستراتيجيات	S	T	أدنى مكاسبA
الشركة	P	4%	10%	4%
A	Q	-6%	0	-6%
	أقصى الخسائر ل B	4%	10%	

لنبحث في مصفوفة الدفعات للعبة الإستراتيجية التالية

		استراتيجيات اللاعب B		min
	الاستراتيجيات	S	T	
اللاعب	P	-2	-4	-4
A	Q	-1	3	-1
	R	1	2	1
max		1	3	

يمكن أن تفهم قاعدة MINMAX و MAXMIN حيث يحاول اللاعب A أن يحصل على اكبر ربح ممكن من بين اقل القيم التي يمكن أن يعطيها له اللاعب B وهدا ما يعبر عنه بالعلاقة

$$Max_i Min_j a_{ij} = (R,S)$$

حيث يرمز a_{ij} إلى احد عناصر مصفوفة الدفعات و الذي يحقق الإستراتيجية المثالية عند السطر (R) و العمود (S) و هو a_{31}

وبشكل مشابه يمكن أن نجد الإستراتيجية المثالية وسعر اللعبة $g=a_{31}$ بالنسبة للاعب B الذي يبحث عن اقل خسارة من بين اكبر قيم تطلب منه حيث يجب أن تتحقق بالنسبة له القيد

$$Min_j Max_i a_{ij} = (R,S)$$

ومن اجل نفس اللعبة نجد أن سعر اللعبة واحد بالنسبة للاعبين و تساوي إلى

$$Max_i Min_j a_{ij} = (R,S) = Min_j Max_i a_{ij} = g(i,j)$$

وهذا يعني أن اللاعب A يمكن له أن يربح القيمة (g) و يمكن للاعب B أن لا يخسر أكثر من القيمة (g) للتعبير عن اللعبة السابقة بشكل رياضي نضع مصفوفة الدفعات $[a_{ij}]$ على الشكل التالي

$$[a_{ij}]=\begin{bmatrix} -2 & -4 \\ -1 & +3 \\ +1 & +2 \end{bmatrix}$$

ويمكن أن نحصل في النتيجة علي العلاقات المتساوية التالية $Max_i Min_j a_{ij} = a_{ij} = 1$

$Max_j Min_i a_{ij} = a_{ij} = 1$

وعلى هذا فان الحل يتطلب اختيار الإستراتيجية S,R و الموافقة للعنصر بالنسبة لكلا اللاعبين (A,B).

التطبيقات الاقتصادية و الإدارية لنظريات الألعاب

مسائل تأمين طاقة التدفئة في المشاريع

لدينا مجموعة من العمال يقومون ببناء محطة كهربائية في إحدى المناطق وسوف يستمر عملهم خلال فصل الشتاء القادم, ويعيش هؤلاء العمال في الوقت الحاضر مع عائلاتهم وباقي الموظفين التابعين لمؤسسة البناء في قرية ليست بعيدة عن مراكز البناء وضمن مجال الغمر عند انتهاء المشروع. وقد درست إمكانية تأمين التدفئة لهؤلاء العمال و الموظفين في الشتاء القادم, فوجد أن حجم الوقود اللازم للتدفئة يتناسب مع درجة برودة الشتاء القادم, فإذا جاءت أيام الشتاء بشكلها الطبيعي فانه يكفي أن نهيئ احتياطي من الوقود مقداره (15) ألف طن, أما إذا جاءت أيام الشتاء دافئة نسبيا فإننا سوف نحتاج إلى (12) ألف طن فقط وفي حالة الشتاء القارص فإننا سوف نحتاج إلى (18) ألف طن من الوقود الاحتياطي, وهنا لابد من الإشارة إلى أن القرية واقعة في منطقة الغمر و سوف تغمر كليا في المياه في الربيع القادم وينتقل سكانها إلى القرية الجديدة بجانب السد, و على هدا فان الفائض من الوقود سوف يضيع حتما تحت الغمر. و أن قيمة الطن الواحد من الوقود سوف يتأثر بحجم العرض والطلب في أيام الشتاء الباردة و العادية و الدافئة فيكون في الأول

(14) دولار للطن الواحد و في الحالة الثانية (12) دولار و في الحالة الثالثة (10) دولار,كما أن سعر الطن الواحد من الوقود في الوقت الحاضر هو (10) دولار.

و المطلوب تحديد الإستراتيجية المثالية لتخطيط احتياطي الوقود للمشروع.

نضع مصفوفة الدفعات للاستراتيجيات السابقة و بشكل جدولي يتوافق مع أسلوب الحل للبحث عن نقطة الاستقرار التي تحقق القيمة الدنيا – العظمى للشكل (maxmin) فنجد

	باردة	طبيعية	دافئة
	14	**12**	**10**	
-204	**-204**	**-156**	**-120**	**12**
-192	**-192**	**-150**	**-150**	**15**
***-180**	**-180**	**-180**	**-180**	**18**
	***-180**	**-150**	**-120**	

نجد أن لهده اللعبة نقطة استقرار في a33 وتساوي إلى (180-) و التي تتحدد من خلالها الإستراتيجية المثالية للمشكلة المطروحة وهي شراء (18) ألف طن من الوقود حاليا وبقيمة (10) دولار للطن الواحد. نجد أن لهده اللعبة نقطة استقرار في a33 وتساوي إلى (180-) و التي تتحدد من خلالها الإستراتيجية المثالية للمشكلة المطروحة وهي شراء (18) ألف طن من الوقود حاليا وبقيمة (10) دولار للطن الواحد.

مسائل التخطيط الصناعي و الإنتاجي

حددت الخطة الإنتاجية في احد المعامل للحياكة و الخياطة خطة لمستلزمات الإنتاج البضائعي لشهر نيسان تقدر ب (35) ألف دولار, حيث يستخدم هذا المبلغ لإنتاج نوعين من البضائع للأطفال بناطيل و طقوم جاهزة كلفة الأول (10) دولار وكلفة الثاني (25) دولار.

وحسب الطلب في السوق فان هذه البضاعة يمكن أن تباع بكميات مختلفة وبسعر (20) دولار للبنطال الواحد و (45) دولار للطقم الواحد وقد بينت الإحصائيات المعطاة حول حجم المبيعات للأعوام السابقة أنه في حالة استمرار البرودة حتى شهر مارس فان حجم المبيعات في هذا الشهر

سوف يبلغ (500) بنطال و (1200) طقم, أما في حالة الدفء وبدء شهر الصيف فان حجم المبيعات سوف يزداد إلى (600) طقم و (2000) بنطال.

و المطلوب وضع الإستراتيجية المثالية لخطة الإنتاج ألبضائعي في المعمل بشكل يتحقق معه أعظم حجم مضمون للمبيعات, مع العلم أن البضاعة التي لا تباع سوف تحول إلى التخزين وسوف لا نحصل منها على أي دخل

الحل

إن المشكلة المطروحة يمكن أن تحل من خلال نظريات الألعاب الاستراتيجية إذ نجد أن للعمل خطتين إستراتيجيتين الأولى هي إنتاج البناطيل و الطقوم من أجل الطقس البارد و الثانية هي إنتاج البناطيل و الطقوم من أجل الطقس الدافئ بحسب الكميات التالية

بالنسبة للطقس الدافئ	بالنسبة للطقس البارد
2000 بنطال	500 بنطال
600 طقم	1200 طقم

أ) فإذا أخد المعمل بالاستراتيجية الأولى وبدا تهيئة حجم الإنتاج المطلوب على أساس الطقس الدافئ فان البضاعة سوف تباع بأجمعها إذا كان الطقس كما هو متوقع وسوف يحصل المعمل على دخل من تصريف الإنتاج ألبضائعي مقداره

$$600(45-25)+2000(20-10)=32000$$

أما إذا كان الطقس مخالفا لما هو متوقع أي باردا فان الطقوم سوف تباع جميعها أما البناطيل فسوف يباع جزء منها فقط ومقداره (500) بنطال ويبقى الباقي (1050) بنطال دون تصريف وعندها يحصل المعمل على دخل مقداره.

$$600(45-25)+2000(20-10)-1500*10=2000$$

أما إذا أخد المعمل بالاستراتيجية الثانية وبدا تهيئة حجم الإنتاج اللازم للطقس البارد فانه يحصل على دخل تصريف الإنتاج مقداره (29000)دولار إذا كان الطقس كما هو متوقع

1200(45-25)+500(20-10)=2900

تهيئة حجم الإنتاج المطلوب على أساس الطقس البارد لكن الطقس كان دافئا فانه يحصل على دخل تصريف الإنتاج مقداره (2000) دولار.

600(45-25)+500(20-10)-600*25=2000

مصفوفة الدفع:

		اللاعب B		
	الاستراتيجيات	الطقس دافئ	الطقس بارد	Max min
اللاعب A	الانتاج حسب الطقس الدافئ	32000	2000	**2000**
	الإنتاج حسب الطقس البارد	2000	29000	**2000**
	Min max	32000	**29000**	maxmin≠ minmax

الحل باستخدام الطريقة البيانية

الاحتمالات	اللاعب B			
	الطقس بارد	الطقس دافئ	الاستراتيجيات	
27/57=9/19	2000	32000	الانتاج حسب الطقس الدافئ	اللاعب A
30/57=10/19	29000	2000	الإنتاج حسب الطقس البارد	
16210,52	30/57=10/19	27/57=9/19		الاحتمالات

التفسير الاقتصادي

وبالتالي يجب على المؤسسة أن تتبنى الاستراتيجية الأولى باحتمال 19/9 والاستراتيجية الثانية باحتمال 19/10 هذا يعني ما يلي:

إنتاج البناطيل:

(2000*9/19)+(500*10/19)=1240,52

إنتاج الطقوم:

(600*9/19)+(1200*10/19)=915,78

الربح:

16210,52=(25*315,78)-(20*600)+(10*1210,52)

تطبيقات اقتصادية و عسكرية في نظرية الألعاب الاستراتيجية

التطبيق الأول مسائل الاستثمار الأمثل للتوظيفات في المجالات الزراعية

يريد مزارع أن يستثمر رأسماله البالغ 50000 ألف دولار في زراعة أرضه التي يمتلكها للموسم القادم وقد قام بدراسة ربحية المحاصيل التي يمكن أن يزرعها فوجد أن هذه الربحية تتعلق بموسم الأمطار لأن الأراضي التي يملكها من النوع ألبعلي ولا يوجد لديه وسائط خاصة للري ومن خلال السنوات السابقة تكونت لديه خبرة في زراعة المحاصيل التالية (قمح , شعير , عدس) وكان يحصل منها على معامل ربحية لكل دولار معطى بالجدول التالي

موسم الأمطار المحصول	أمطار خفيفة أقل من 50 مم	أمطار متوسطة مم50 - 150	أمطار جيدة أكثر من150 مم
شعير	0.8	0.6	0.3
قمح	0.2	1	0.6
عدس	0.1	0.4	1

المطلوب مساعدة المزارع في اتخاذ القرار المثالي لزراعة أرضه بالمحاصيل الثلاثة السابقة بحيث نضمن له ربحا لا يقل عن مستوى محدد من الريعية الزراعية مهما كانت الظروف المناخية وكمية الأمطار الهاطلة.

الحل

يبدأ الحل بتصميم النموذج وكتابته على شكل لعبة استراتيجية يمثل طرفها الأول المزارع وهو اللاعب A ويمثل الطرف الثاني الطبيعة وهي اللاعب B وعندها نجد أن مصفوفة الدفعات لها الشكل التالي

	استراتيجيات اللاعب B		
	Y1	Y2	Y3
X1	0.8	0.6	0.3
X2	0.2	1	0.6
X3	0.1	0.4	1

فنلاحظ أن اللعبة لا تحتوي على نقطة استقرار الشيء الذي يؤدي استخدام الاستراتيجيات المختلطة في اتخاذ القرار ومن أجل هذا يمكن كتابة النموذج الرياضي للعبة على شكل برنامج خطي و على النحو التالي

النموذج الخطي للاعب B

$$\begin{aligned}
&0.8y_1+0.6y_2+0.3y_3 \le g\\
&0.2y_1+y_2+0.6y_3 \le g\\
&0.1y_1+0.4y_2+y_3 \le g\\
&y_1+y_2+y_3=1\\
&0 \le y_j \le 1 \qquad (j=1,2,3)
\end{aligned}$$

وبافتراض أن $(j=1,2,3)$ $u_j=\frac{y_j}{g}$ فإننا نحصل على النموذج النهائي المقابل للحل من خلال نماذج البرمجة الخطية (السمبلكس) و بالشكل $w(u)=\frac{1}{g}=u_1+u_2+u_3 \to Max$

$$\begin{aligned}
&0.8u_1+0.6u_2+0.3u_3 \le 1\\
&0.2u_1+u_2+0.6u_3 \le 1\\
&0.1u_1+0.4u_2+u_3 \le 1
\end{aligned}$$

النموذج الخطي للاعب A

أما النموذج الخطي للاعب A فيمثل النموذج المرافق للعبة ولنموذج البرمجة الخطية ويمكن كتابته على النحو التالي

$$\begin{aligned}
&0.8x_1+0.2x_2+0.1x_3 \ge g\\
&0.6x_1+x_2+0.4x_3 \ge g\\
&0.3x_1+0.6x_2+x_3 \ge g\\
&x_1+x_2+x_3=1\\
&0 \le x_i \le 1 \qquad (i=1,2,3)
\end{aligned}$$

وبافتراض أن $(i=1,2,3)$ $t_i=\frac{x_i}{g}$ فإننا يمكن أن نحول اللعبة إلى نموذج قياسي قابل للحل

من خلال نماذج البرمجة الخطية (السمبلكس) و بالشكل التالي

$$Z(t)=\frac{1}{g}=t_1+t_2+t_3\rightarrow Min$$

$$0.8t_1+0.2t_2+0.1t_3\geq 1$$
$$0.6t_1+t_2+0.4t_3\geq 1$$
$$0.3t_1+0.6t_2+t_3\geq 1$$

ويمكن من خلال أسلوب الحل لمسائل السمبلكس أن نتوصل إلى نتائج اللعبة الأصلية أو المرافقة وسوف يؤدي حل إحداها إلى الوصول إلى الحل الأخير من خلال مفهوم الترافق في مسائل البرمجة الخطية وسوف نختار للحل النموذج المرافق للاعب B بسبب سهولته وعدم حاجته لمتغيرات مصطنعة و انطلاقا من هذا يمكن وضع الجداول السمبلكسية المطلوبة للحل وعلى النحو التالي :

جداول السمبلكس لحل اللعبة

رقم السطر i	الأساس الشعاعي	الأساس C	A0	1 u1	1 u2	1 u3	0 u4	0 u5	0 u6
1	U4	0	1	0.8	0.6	0.3	1	0	0
2	U5	0	1	0.2	1	0.6	0	1	0
3	U6	0	1	0.1	0.4	1	0	0	1
4	WJ – CJ		0	-1	-1	-1	0	0	0
1	u1	1	1.25	1	0.75	0.38	1.25	0	0
2	u5	0	0.75	0	0.85	0.53	-0.25	1	0
3	U6	0	0.88	0	0.33	0.96	-0.13	0	1
4	WJ – CJ		1.25	0	-0.25	-0.63	1.25	0	0
1	u1	1	0.91	1	0.62	0	1.3	0	-0.39
2	U5	0	0.27	0	0.67	0	-0.18	1	-0.55
3	u3	1	0.91	0	0.34	1	-0.13	0	1.04
4	WJ – CJ		1.82	0	-0.04	0	1.17	0	0.65
1	u1	1	0.66	1	0	0	1.47	-0.93	0.12
2	u2	1	0.41	0	1	0	-0.27	1.49	-0.81
3	u3	1	0.77	0	0	1	-0.04	-0.5	1.31
4	WJ – CJ		1.83	0	0	0	1.16	0.06	0.62

تحليل نتائج الحل من خلال الجداول السمبلكسية السابقة توصلنا إلى الحل للعبة الاستراتيجية والتي نلخصها في ما يلي

نتائج النموذج المرافق (t_i) جانب اللاعب A	قيمة التابع ألهدفي W=Z	نتائج النموذج الأصلي (U_i) جانب اللاعب B
t1 = X1/g =1.16	W=1/g =1.83	U1 = Y1/g =0.66
t2 = X2/g =0.06		U2 = Y2/g =0.41
	Z=1/g =1.83	
t3 = X3/g =0.62		U3 = Y3/g =0.77

نتائج حل اللعبة

احتمال اللعب اللاعب(A)	احتمال الربح اللاعب(A)	احتمال اللعب اللاعب (B)
X1=0.63	g =1/Z=1/1.83	Y1=0.36
X2= 0.03	ومنها احتمال الربح لكل	Y2= 0.22
	دولار	
X3= 0.34	Z=0.5465	Y3= 0.42

من النتائج التي توصلنا إليها نجد أن على المزارع اتخاذ القرار المثالي التالي

أن يوظف مبلغ 31500 دولار في زراعة محصول الشعير وذلك من خلال العلاقة التالي

50000×0.63=31500$

أن يوظف مبلغ 1500 دولار في زراعة محصول القمح وذلك من خلال العلاقة التالية

50000×0.63=1500$

أن يوظف مبلغ 17000 دولار في زراعة محصول العدس وذلك من خلال العلاقة التالية

50000×0.34=17000$

وبذلك نضمن للمزارع ربحا لا يقل في جميع الأحوال (مهما كانت الظروف المناخية) عن 27325 دولار وذلك بعد حساب هذا الربح من خلال العلاقة (احتمال الربح × حجم التوظيفات)

G = 50000×0.5465= 27325$

استخدام نظرية الألعاب لاتخاذ القرارات في المجالات العسكرية المثالية:

تريد قيادة كتيبة صواريخ أن تغطي ثلاث ممرات لآليات العدو في الجبهة حيث يمكن للآليات أن تمر من خلال ثلاثة منافذ Q1,Q2,Q3 .ولدا كتيبة الصواريخ (62) مدفعا صاروخيا مضادا للدروع يمكن أن تركز على مواقع إستراتيجية على الهضاب المحيطة بالجبهة وحسب المواقع P1,P2,P3 فإذا كان احتمال إصابة الهدف من كل موقع على الممرات التالية مختلفة حسب البعد وزوايا الرمي فإننا يمكن حساب احتمالات الإصابة حسب كل موقع وباتجاه كل ممر وذلك من خلال مصفوفة الاحتمالات التالية

الموقع / الاحتمال	Q1	Q2	Q3
P1	0.3	0.4	0.8
P2	0.4	1	0.5
P3	0.9	0.6	0.3

والمطلوب

من كتيبة الصواريخ تحديد التوزيع الأمثل للصواريخ على الهضاب الثلاثة بحيث نحصل على أعلى مردود ممكن للدفاع وما هو عدد الدبابات التي يمكن إصابتها كحد أعظم عند هجوم مفاجئ لدبابات العدو. علما بأن العدو لا يعرف خطط توزيع الصواريخ وكذالك لا يعرف عدد هذه المدافع و بشكل مشابه فان كتيبة الصواريخ لا تعرف عدد دبابات العدو ولا كيف سوف يمر من الممرات

الحل

من اجل حل مثل هذه التطبيقات العسكرية لابد من تصميم نماذج الألعاب بالنسبة للاعب الأول الذي يمثل كتيبة الصواريخ وبالنسبة للاعب الثاني الذي يمثل الخصم (العدو) ويجب أن يراعي في ذلك أن كلا اللاعبين (الخصمين) على مستوى من الكفاءة العلمية العالية فلا يظن أن العدو لا يدرس خطط الخصم ولذلك فان علينا أن نراعى الكفاءة العلمية لدى كلا الطرفين ويجب أن نفترض أن الجيش الثاني سوف يدرس المعركة بشكل جيد وعلمي قبل دخولها وان أي معلومة يأخذها سوف تعطيه إمكانية للتفوق.

النموذج الخطى لتوزيع دبابات العدو والياته (بالنسبة لجيش العدو) اللاعبB

$$0.3y1+0.4y2+0.8y3 \leq g$$
$$0.4y1+y2+0.5y3 \leq g$$
$$0.9y1+0.6y2+0.3y3 \leq g$$

حيث أن مجموع الاحتمالات $y1+y2+y3 = 1$

وبافتراض أن $Uj=yj/g$ حيث $(j=1,2,3)$ فإننا يمكن تحويل النموذج السابق بعد إصلاحه إلى الشكل العام لمسائل البرمجة الخطية (السمبلكس) و بالشكل

$$\max w(u)=1/g=u1+u2+u3$$
$$0.3u1+0.4u2+0.8u3 \leq 1$$
$$1 \leq 0.4u1+u2+0.5y$$
$$1 \leq 0.9u1+0.6u2+0.3u3$$

النموذج الخطي لتوزيع بطاريات الصواريخ (المدافع) بالنسبة لكتيبة الصواريخ (اللاعبA)

أما كتيبة الصواريخ فعليها أن تدرس الشكل المثالي لتوزيع بطاريات الصواريخ بحيث توزع بالشكل الذي يضمن لها أعلى مردود ممكن من خلال النموذج الخطي التالي

$$0.3x1+0.4x2+0.9x3 \geq g$$
$$0.4x1+x2+0.6x3 \geq g$$
$$0.8x1+0.5x2+0.3x3 \geq g$$

حيث $x1+x2+x3 = 1$

وبافتراض أن $ti=xi/g$ حيث $(i=1,2,3)$ فإننا يمكن أن نحول النموذج السابق للعبة إلى نموذج قياسي قابل للحل من خلال نماذج البرمجة الخطية وبالشكل التالي

$$\min \quad Z(t)=1/g=t1+t2+t3$$
$$0.3t1+0.4t2+0.9t3 \geq 1$$
$$0.4t1+t2+0.6t3 \geq 1$$
$$0.8t1+0.5t2+0.3t3 \geq 1$$

وباستخدام طريقة حل مسائل السيمبلكس نتوصل لتحديد الاستراتيجيات المثالية لكتيبة الصواريخ وتحديد كيفية توزيع بطاريات الصواريخ وكذلك الإستراتيجية المثالية لعبور جيش العدو ويبقى مقياس التفوق عدد العتاد لكلا الجيشين والذي لا يعرف به سوى نفس الجيش فكلا الجيشين يحتفظ بعدد العتاد الموجود لديه ويعتبر سرا من أسراره العسكرية

إن حل أي نموذج خطى من النماذج السابقة بالنسبة للاعب A أو بالنسبة للاعب B سوف يؤدى دون شك إلى الوصول للحل المرافق للاعب الآخر أو للجيش الآخر وهذا يعنى بإمكاننا حل النموذج الأسهل والذي لا يحتوى على متغيرات مصطنعة ولذلك سوف نعمل على حل النموذج من زاويةB ونستنتج من خلال الحل المرافق احتمالات اللعب حسب الاستراتيجيات المتاحة للاعبA وكلا من هذه الاستراتيجيات موجودة في الحل الأخير لمسائل السيمبلكس بالنسبة لكلا اللاعبين من خلال الحل الأصلي والحل المرافق وعلى النحو التالي:

رقم السطر	الأساس	الأساس	A0	1	1	1	0	0	0
i	ألشعاعي	C		u1	u2	u3	u4	u5	u6
1	U4	0	1	0.3	0.4	0.8	1	0	0
2	U5	0	1	0.4	1	0.5	0	1	0
3	U6	0	1	0.9	0.6	0.3	0	0	1
4	WJ – CJ		0	-1	-1	-1	0	0	0
1	u1	0	0.67	0	0.2	0.7	1	0	-0.33
2	u5	0	0.56	0	0.73	0.37	0	1	-0.44
3	U6	1	1.11	1	0.67	0.33	0	0	1.11
4	WJ – CJ		1.11	0	-0.33	-0.67	0	0	1.11
1	u1	1	0.95	0	0.29	1	1.43	0	-0.48
2	U5	0	0.21	0	0.63	0	-0.52	1	-0.27
3	u3	1	0.79	1	0.57	0	-0.48	0	1.27
4	WJ – CJ		1.75	0	0.14	0	0.95	0	0.79
4	WJ – CJ		1.79	0	0	0	0.83	0.23	0.73

تحليل نتائج الحل

من خلال الجداول السيمبلكسي السابق نجد أننا توصلنا إلى قيم المتغيرات للمسألة الأصلية (U1 ,U2,U3)وقيم المتغيرات للمسالة للمسألة المرافقة (t1 ,t2,t3)وذلك من خلال الجدول السيمبليكسي الأخير والذي يتلخص بما يلي

نتائج النموذج المرافق (ti) جانب اللاعبA	قيمة التابع ألهدفي W=Z	نتائج النموذج الأصلي (Ui)جانب اللاعب Bالعدو
t1 = X1/g =0.83	W=1/g =1.79	U1 = Y1/g =0.61
t2 = X2/g =0.23		U2 = Y2/g =0.33
	Z=1/g =1.79	
t3 = X3/g =0.73		U3 = Y3/g =0.86

ونظرا لان الاحتمالات المثالية لتوزيع بطريات الصواريخ معطاة من خلال المتغير Xi(i=1,2,3) والاحتمالات المثالية للاختراق بالنسبة لآليات العدو معطاة من خلال الاحتمالات yj(j=1,2,3) فانه يمكن حساب هذه الاحتمالات خلال العلاقات التالية

$$Xi=ti*g \qquad (i=1,2,3)$$
$$yj=uj*g \qquad (j=1,2,3)$$

أما احتمالات إصابة الهدف الكلي للبطاريات مجتمعة فتعطى من خلال العلاقة التالية

$$G=1/Z=1/W$$

وباستخدام هذه العلاقات نحصل على نتائج الحل لاحتمالات التوزيع الاستراتيجي للأسلحة

احتمال توزيع بطاريات الصواريخ	احتمال الربح المضمون	احتمالات اختراق العدو
على المواقع للاعبA		اللاعب(B)
X1=0.46		Y1=0.34
	g =1/Z=1/w=1/1.79	
X2= 0.13		Y2= 0.18
	ومنها احتمال الإصابة للآليات	
X3= 0.41	المارة من النافدة الثالثة	Y3= 0.48
	Z=0.56	

اتخاذ القرار A

من خلال النتائج التي توصلنا إليها في الجداول السابقة والتي تبين الاحتمالات المثالية والإستراتيجية لتوزيع بطاريات الصواريخ على الهضاب الثلاثة من اجل الحصول على أعلى مردود ممكن لإصابة آليات العدو ونظرا لان عدد المدافع الصاروخية المتوفرة لدى الكتيبة هو(62) بطارية صواريخ فان على آمر الكتيبة اتخاذ القرار المتالى التالي

أن يضع 29 مدفعا صاروخيا على الهضبة الأولى في الموقع p1 وذلك حسب الاحتمال الامثل للاستراتيجيات والذي يعطى بالعلاقة

$$P1=x1.62=0.46*62=29$$

ب) أن يضع 8 مدافع صاروخية علة الهضبة الثانية في الموقع p2 وذلك حسب الاستراتيجية المثالية للموقع والتي تحسب بالعلاقة .

الفصل الثالث: نظرية تسيير المخزون

لا تكاد ميزانية أي مؤسسة تجارية كانت أم صناعية تخلو من عنصر المخزون كعنصر أساسي من عناصر الأصول المتداولة بها.

و إذا نظرنا إلى حجم الاستثمار في المخزون مقارنة بغيره من العناصر سوف نجد أنه يشكل نسبة لا بأس بها من إجمالي المبالغ المستثمرة في رأس المال العامل بالمؤسسة.

إن قرار الاستثمار في المخزون أحد القرارات التي تتطلب من إدارة المؤسسة دراسة تحليلية شاملة نظرا لارتباط هذا القرار بغيره من القرارات و السياسات و الأهداف الخاصة بالوظائف الرئيسية المختلفة فعلي المؤسسة، وخاصة وظائف الإنتاج، التسويق و التمويل و ما يتبعها من وظائف أخرى فرعية. ومن ثم فإن كفاءة و فعالية الاستثمار في المخزون تؤثر و تتأثر بكفاءة و فعالية قرارات و سياسات تلك الوظائف و هو الأمر الذي يستدعي ضرورة تحقيق نوع من التنسيق و التكامل فيما بينها حتى يتم اتّخاذ القرار السليم.

عموميات حول تسيير المخزون :

مفاهيم عامة للمخزون :

أ- تعريف المخزون :

نجد عدة تعاريف للمخزون و نذكر من بينها :

- تعريف الجمعية الأمريكية للإنتاج و الرقابة على المخزون (APICS) عام 1984 وهو كالتالي:

(المخزون هو إجمالي الأموال المستثمرة في وحدات من المادة الخام (الأولية)، و الأجواء، و السلع الوسيطة، وكذلك الوحدات تحت التشغيل، بالإضافة إلى المنتجات النهائية المتاحة للبيع).

- تعريف P. ZERMATI : (المخزون هو مجموعة من السلع و الموارد المكتسبة في انتظار الاستعمال اللاحق و القريب نوعا ما، و الذي يسمح بتموين المستعملين حسب احتياجاتهم دون أن نفرض عليهم آجالا و شروط التوريد أو التسليم الموضوعة من طرف الموردين إذ يجب على المؤسسة الإنتاجية أن تكون مخزونا للموارد و ذلك لتموين الورشات الإنتاجية و الأقسام

المستعملة. ومن ناحية أخرى يجب عليها أن تكون مخزونا للمنتجات التامة الصنع و المخصصة للبيع).

- إذن المخزونات هي أصول من السلع المملوكة من طرف مؤسسة ما و الموجهة إما لعملية بيع مستقبلية و أما إستعمال في عملية إنتاجية لسلعة موجهة للبيع.

ب- أنواع المخزون :

* **مخزون حجم الطلبية** : و هو الموجة لمقابلة طلبيات العملاء العادية و يتحدد حجمه تبعا لتكاليف الأوامر و النقل. إضافة إلى تكلفة التخزين.

* **مخزون الآمان** : و يتم إنشاءة لمقابلة الطلب الطارئ الغير المتوقع و تستخدم المؤسسة نوعين من مخزون الآمان :

* **مخزون الآمان القبلي** : و قد يتكون من المواد الأولية الأساسية التي تستخدمها في عملية الإنتاج و يلجأ إليه لمواجهة أي طارئ في التموين بالمواد الأولية.

* **مخزون الآمان البعدي** : يتكون أساسا من منتوجات المؤسسة و يتم الإحتفاظ به لضمان التواجد الدائم للمؤسسة في السوق، حيث يلجأ إليه عند الزيادة غير المتوقعة للطلب على منتوجات المؤسسة أو عند توقفها عن الإنتاج لأي سبب من الأسباب.

* **المخزون الموسمي** : ينشأ لمقابلة الطلب الذي يتزايد في أوقات معينة من السنة. فبعض المنتجات يكون استهلاكها فصلي و الآخر يكون استهلاكها خلال مواسم دينية ... إلخ و لابد من المؤسسة أن تخطط لتغطية الطلب الزائد خلال هذه المواسم عن طريق تجنيد مخزون كاف. و لتحديد حجم هذا المخزون تلجأ المؤسسة إلى وسائل التنبؤ المستقبلي للإستهلاك خلال هذه المواسم عن طريق معطيات سابقة.

ج- أسباب التخزين :

نلخص أهم تلك الأسباب فيما يلي :

- موسمية توافر المواد الخام او السلعة: فقد يكون إنتاج المادة الخام موسمي بشكل يتعذر معه الحصول على كل ما يلزمنا لجداول الإنتاج الزمنية بسعر مناسب.

- موسمية الطلب على السلعة: فالمشروبات مثلا يزداد الطلب عليها في الصيف، و يتم إنتاجها على مدار العام.

- طبيعة العملية التجارية و الصناعية: حيث تستلزم العملية التجارية عرض مجموعة من السلع أمام المستهلك فيتسنى له اتخاذ القرار المناسب بمقارنة الشكل أو الجودة و السعر لكل هذه السلع. فكثير من الأصناف يرى المستهلك أن الذي يتحمل عبء تخزينها هو الموزع، ويتوقع توافرها بشكل مستمر مثل أصناف البقالة المختلفة. أما في العملية الصناعية فهناك حتمية وجود فترة إنتاج، وخلال هذه الفترة توجد أموال مستثمرة في المخزون، كذلك نظرا لإختلاف جداول الإنتاج قد يستلزم الأمر إنتظار بعض الوحدات لفترة حتى تصبح الآلات جاهزة، كل ذلك بسبب تراكم المخزون لفترات طويلة داخل المصنع نفسه.

د- تكاليف المخزون.

تختلف تكاليف المخزون حسب طبيعة المواد المخزنة، غير أنه يمكن تقسيمها إلى قسمين :

* **تكاليف الطلبية** : تشمل كل التكاليف المترتبة على طلب الشراء، كتكلفة إعداد طلب الشراء و إرساله إلى المورد أو البائع و تكاليف متتابعة، إضافة إلى تكاليف الإستلام كالنقل ...

* **تكاليف التخزين** : و تشمل التكاليف المتعلقة بعملية التخزين في حد ذاتها للمواد، كتكلفة التبريد و الأجهزة المستخدمة لتوفير شرط التخزين و المواد الكيماوية المستعملة للحفظ، كتكاليف أجهزة الإعلام الآلي. تكاليف الفوائد و الأرباح الضائعة بسبب تجهيد جزء من رأس المال المؤسسة. إضافة إلى تكاليف التأمين، مصاريف الصيانة، الضرائب و كراء محلات التخزين و أجور العاملين على تسيير المخزون و الخسائر الناجمة عن تلف أجزاء منه ... إلخ.

مفاهيم عامة في تسيير المخزون :

أ- تعريف تسيير المخزون :

يمكن تعريف وظيفة تسيير المخزون على انها مجموعة المهام، من الأكثر بساطة الأكثر تعقيدا و الضرورية للمؤسسة لتحقيق برنامجها التخزيني، من تخزين السلع إلى ترقية المبيعات في أحسن الظروف الإقتصادية مع تجنب الإنقطاعات في المخزون، وكذا الفائض في المخزون.

وفي مفهوم تسير المخزون. كلمة تسيير بكل أهميتها تشتمل على الوظائف التي تجعله وفق الشكل التالي :

التقدي، التنسيق، التنظيم، الإختيار، الرقابة و الإعلام.

ب- أهمية تسيير المخزون :

يتجسد تسيير المخزون في مجموعة من الإجراءات و الأعمال التي تقوم بها المؤسسة على أساس أنظمة محكمة وفق صيغ معينة و عبر أجهزة مختصة لتأمين الأمداد المستمر بالمستلزمات السلعية لعمليات التشغيل في الوقت المحدد و بالكمية و النوعية المطلوبة و كذا امتداد السوق بالمنتوجات التامة من طرف المؤسسة.

إن تسيير المخزونات يكتسي طابعا بالغ الأهمية يتجزأ فيما يلي :

- التنظيم و المحافظة على عناصر المخزون و ترتيبها داخل المخازن وفق اسس و تقنيات سامية تصونه من التلف و الضياع.
- العمل على ضمان تدفق المنتوجات و السلع النهائية لمركز البيع.
- التنظيم و المحافظة على الامداد بالمواد الأولية المستهلكة لورشات الإنتاج.

ج- الوظائف المرتبطة بتسيير المخزون :

تشمل وظيفة تسيير المخزون المهام التالية :

- **التعبير عن الحاجيات** : و يقصد به التعبير عن الحاجة المرتبطة بالمادة و تتمثل في قرار طلب كمية منها، في وقت معين اعتمادا على مجموعة من المعلومات الخاصة بالمادة.
- **استلام المواد و السلع** : يقوم عمال المخازن باستلام المواد و السلع عند وصولها إلى المؤسسة سواء كانت واردة من المورد أو من الأقسام الداخلية.
- **الفحص** : بعد الإنتهاء من التسليم المادي للبضاعة تبدأ مرحلة الفحص، ومن ضروري معرفة مدير المشتريات بكمية المواد الموجودة تحت الفحص بحيث يمكنه جدولة عملية صرف أو تصدير المواد أخذا في الحسبان نسبة معينة منه غير مقبول.

- **التخزين** : بعد قبول المواد المستقبلة تأتي عملية التخزين و هي عملية الإحتفاظ بالسلع و المنتجات و الحفاظ عليها و ضمان سلامتها.
- **الصرف** : تتلقى إدارة المخازن طلبيات من من مختلف الأقسام (قسم الإنتاج و التسويق).

فيقوم أمين المخازن على ضوئها بصرف الأصناف إلى الجهة التي تطلبها و يتم ذلك بواسطة وثائق مخزنية كوثيق الإخراج (bon de Sortir)، و وثيقة الاحتياج (bon de besoin) ويمكـــن تقييد إجراءات الخروج وفق المراحل التالية :

* تعليمة الطلب.
* التقييد المحاسبي.
* تسليم الموارد.
* مراقبة المخزونات و الإستهلاكات.

– **تبادل المعلومات** : تحتاج الإدارة لتوافر المعلومات بصورة دائمة عن أنشطة المخازن حتى تتمتكن من إحكام الرقابة عليها و متابعة هذه الأنشطة، مما يتطلب من قسم إدارة المخازن تـــوفير المعلومات المرتبطة بالمجالات التالية :

* معلومات عن مستويات المخزون.
* معلومات عن حركة المخزون.
* معلومات عن أماكن الاحتفاظ بالمخزون.
* معلومات عن عملية الشحن الداخلي و الخارجي.
* معلومات عن العملاء.
* معلومات عن مدى استغلال حيز من التخزين.
* معلومات عن العاملين.

النماذج الإقتصادية في تسيير المخزونات.

النماذج التحديدية:

أ– نموذجي « PARETO »

* نموذج أو طريقة 80/20.

للمخزونات كما سبق الذكر، لها أهمية كبيرة ترجع أساسا إلى القيمة التي تمثلها بالنســـبة لأصول المؤسسة.

إن معظم المؤسسات الصناعية لها مخزونات تتميز بغلاء كبير لبعض المواد، هذا ما يتطلب السهر على حراستها لعدم التسبب في تكاليف أخرى، ويتميز نمط الحصول على المواد بالصعوبة للندرة التي تتميز بها موادها حتى أن غياب المادة في بعض المؤسسات يحدث لها شلل في العملية الإنتاجية.

هذا كله يستوجب من المؤسسة إتباع طريقة تسيير علمية، من بينها 80/20.

تم اكتشاف الطريقة من طرف الإيطالي « Welfredo Samoso Pareto »، لذا سميت على اسمه « Pareto »، وهو اقتصادي و اجتماعي قام بدراسة على المجتمع الإيطالي، أثبتت أنه يوجد 20% من المجتمع الإيطالي يمتلكون حوالي 80% من الثروة الإيطالية، و أن 80% من المجتمع يمتلكون فقط حوالي 20% من الثروة.

وهذه الدراسة تقوم على أن الخاصية المدروسة تتبع توزيع طبيعي أو ما يسمى بتوزيع « GAUSS »، « Loi de Gauss ».

و قد تمّ تطويرها و استغلالها من طرف المؤسسات الخاصة مع ظهورما يسمى بحلقات الجودة.

تقوم على أنه :

- من 20% من عدد المواد المتواجدة بالمؤسسة، تمثل ما قيمته 80% من القيمة الإجمالية السنوية لحركات المخزونات.

- 80% من عدد المواد المتواجدة بالمؤسسة، تمثل ما قيمته 20% من القيمة الإجمالية السنوية لحركة المخزونات.

فهذه الطريقة تفرض على المؤسسة الاهتمام أكثر فأكثر بالمواد الممثلة لقيمة المخزونات الكبرى، حيث تعطى لها الأولوية في التسيير، وتوفر لها شروط حفظ و تخزين أحسن من غيرها.

*** مثال عددي :**

فهذه الطريقة تسمح كذلك بمتابعة المواد بطريقة عقلانية، ويمكننا التوضيح أكثر بالمثال الآتي :

- مؤسسة ما تتوفر على عشر مواد.

المواد	الكمية في المخزن	سعر الوحدة	قيمة المخزون	النسبة إلى المخزون الإجمالي
A1	120	120	14400	0,55
A2	80	1000	80000	3,05
A3	1320	110	145200	5,54
A4	108	440	47520	1,81
A5	425	2780	1 181 500	49,07
A6	660	125	82500	3,15
A7	125	100	12500	0,48
A8	150	6258	938700	35,81
A9	222	110	24420	0,93
A10	1100	86	94600	3,61
المجموع			**2 621 340**	**100**

– جدول لمواد مخزون مؤسسة ما

هذه المواد هي مرتبة ترتيب أبجدي للمواد، وحسب طريقة 80/20 فإنه يتم ترتيبها حسب ما تمثله المواد من قيمة المخزون الكلي، فبعد حساب نسبها نقوم بإنشاء جدول ثاني، لكن الترتيب يكون على حسب النسب بشكل تنازلي و الخاصة بالقيمة الممثلة بالنسبة إلى المخزون، وهذا كالآتي :

المواد	الكمية في المخزن	سعر الوحدة	قيمة المخزون	النسبة إلى المخزون الإجمالي
A5	425	2780	1181500	45,07
A8	150	6258	938700	35,81
A3	1320	110	145200	5,54
A10	1100	86	94600	3,61
A6	660	125	82500	3,15
A2	80	1000	80000	3,05
A4	108	440	47520	1,81
A9	222	110	24420	0,93
A9	120	120	14400	0,55
A7	125	100	12500	0,48
المجموع			**2621340**	

كما هو ملاحظ فإن مادتين اثنتين تمثلان نسبة 80% من إجمالي قيمة المخزون، و الباقي "المواد الثمانية" مثلت فقط حوالي 20% من إجمالي قيمة المخزون، لدى على المؤسسة أن تولي اهتمام أكبر لهذين المادتين عن المواد الثمانية الأخرى، وذلك من خلال فرض رقابة عليها، إجراء تدابير تعطيها الأولوية في عملية المفاوضات الرامية إلى الشراء، وزيادة توطيد العلاقة مع الموردين لهذه المواد لتجنب الانقطاع مثلا.

* نموذج أو طريقة ABC

بعد التعرض لطريقة 80/20، الآن نتطرق لطريقة جاءت بعدها لتعالج بعض الانشغالات التي تمت في الطريقة الأولى، وهي أن تقسيم عدد هائل من المواد إلى قسمين فقط نوعا ما يشكل صعوبة في التسيير. لدى تم اللجوء إلى خلق قسم ثالث، وأصبحت تسمى بطريقة ABC، نسبة إلى أقسامها الثلاثة، هذه الطريقة تقسم المواد إلى ثلاثة أقسام على النحو التالي :

* القسم A : عناصر مهمة جدّا.
* القسم B : عناصر ذات اهتمام عادي.
* القسم C : عناصر ذات اهتمام ضعيف.

- نسب التقسيم :

توجد عدّة تقسيمات للنسب فيما بين هذه الأقسام الثلاثة و تختلف من كاتب لآخر، لكن هذا الاختلاف هو القسم الثالث المضاف، وتوزيع النسب فيما بينها ترجع لإستراتيجية المؤسسة في تسيير مخزوناتها. فنأخذ من بينها هذا التقسيم للنسب :

* القسم A : 10% من عدد المواد يمثلون حوالي 75% من القيمة.
* القسم B : 25% من عدد المواد يمثلون حوالي 20% من القيمة.
* القسم C : 65% من عدد المواد يمثلون حوالي 05% من القيمة.

- الإجراءات المتبعة لإعداد التقسيم ABC :

1) تحديد الكمية المستهلكة من كل مادة.
2) تحديد تكلفة كل مادة.
3) حساب قيمة كل مادة في المخزن من خلال جداء الكمية في قيمة الوحدة.
4) حساب القيمة الكلية للمخزون من خلال جمع قيم كل المواد.

5) تحديد نسبة كل مادة بالنسبة إلى المخزن الكلي.

6) ترتيب المواد ترتيب تنازلي حسب النسب الممثلة لكل مادة.

7) إعداد النسب المتراكمة من خلال جمع النسب الأخرى حسب ترتيب المواد، من أجل تسهيل التقسيم.

8) أخيرا نكون مهيئين لإجراء أو تشكيل الأقسام الثلاثة.

مثال تطبيقي : " نستعمل نفس التمرين السابق"

المواد	الكمية في المخزن	سعر الوحدة	قيمة المخزون	النسبة إلى المخزون الإجمالي
A5	425	2780	1181500	45,07
A8	150	6258	938700	35,81
A3	1320	110	145200	5,54
A10	1100	86	94600	3,61
A6	660	125	82500	3,15
A2	80	1000	80000	3,05
A4	108	440	47520	1,81
A9	222	110	24420	0,93
A9	120	120	14400	0,55
A7	125	100	12500	0,48
المجموع			**2621340**	

ب- نموذج ويلسن "Wilson"

عرف العالم أكبر أزمة اقتصادية له سنة 1929، وسببها الرئيسي هو تكدس المنتجات بالمؤسسات، نتيجة إتباع وتيرة إنتاج غير علمية.

فكان الحل سنة 1934 على يد R.H. WILSON الاقتصادي الأمريكي بمعادلته المسماة باسمه "معادلة Wilson".

لنموذج « Wilson » عدة فرضيات ليكون صحيحا :

* الطلب ثابت و معروف مسبقا.

* التكلفة الوحدية للمادة غير تابعة للكمية المطلوبة.

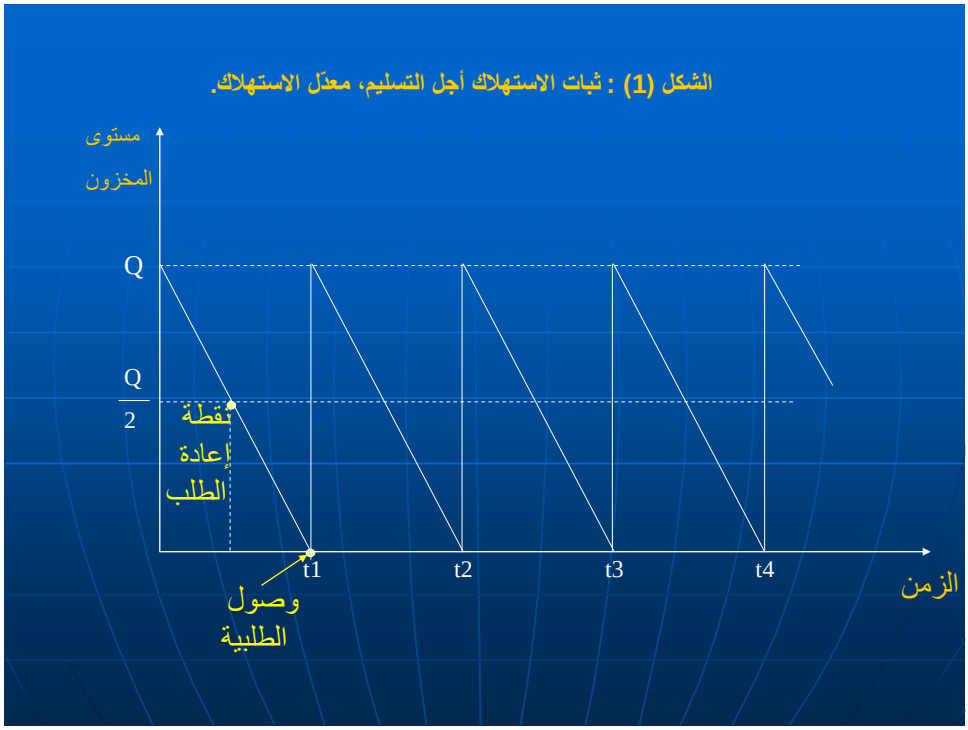
* كل الكمية المطلوبة تستلم في دفعة واحدة.

* أجل الاستلام ثابت و معلوم.

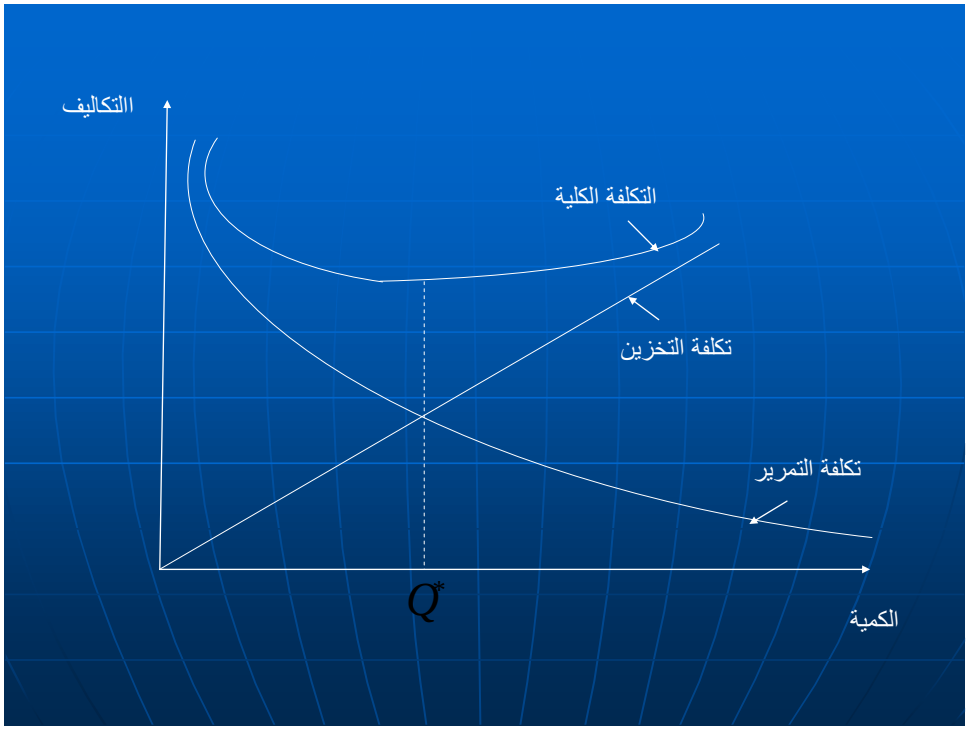
* تكلفة تمرير الطلبية غير تابعة للكمية المطلوبة.

* التكلفة الوحدية للتخزين ثابتة.

ويمكن التوضيح بالشكل التالي :



نجد الكمية الاقتصادية الواجب طلبها عند تعرفنا على نقطة الطلب أو كما يسميها البعض نقطة الإنذار التي على إثرها يتم الإعلان على إعداد طلبية لمواجهة استهلاك مستقبلي و تجنب مشاكل الانقطاع في المخزون.



إذن نقوم بإيجاد الكمية المثالية عند تحقيق أدنى تكلفة كلية، ويمكننا حسابها من خلال ما يلي (1):

التكلفة الكلية = تكلفة الشراء + تكلفة تمرير الطلبية + تكلفة التخزين.

$$C_{total} = C_{ach} + C_{lan} + C_{poss}$$

و نفصل كل تكلفة على حداها :

* تكلفة الشراء = الإستهلاك السنوي x تكلفة الوحدة.

$$C_{ach} = C_a \times U$$

* تكلفة التمرير = تكلفة تمريرة x عدد التمريرات.

= تكلفة تمريرة x الإستهلاك السنوي / كمية الطلبية.

$$C_{lan} = (C_I \times C_a) / Q$$

* تكلفة التخزين = المخزون المتوسط X سعر الوحدة X معدل التخزين.

$$= \left[\frac{\text{المخزن الأعلى + المخزن الأدنى}}{} \right] \text{x سعر الوحدة x معدل التخزين}$$

مع افتراض ان المخزون الأدنى = 0

$$C_{poss} = (Q \times U \times I)/2$$

ومن هذا كله يمكننا الحصول على التكلفة الكلية.

$$C_{total} = C_{ach} + C_{lan} + C_{poss}$$

$$= (C_a \times U) + (C_i \times C_a / Q) + (Q \times U \times I/2)$$

الآن يمكننا إيجاد القيمة الدنيا لهذه المعادلة من خلال اشتقاقنا إياها بالنسبة إلى الكمية.

$$\frac{SC}{SQ} = O + \frac{C_i x C_a}{Q^2} + \frac{UxI}{2}$$

$$\frac{SC}{SQ} = O \Rightarrow \frac{C_i x C_a}{Q^2} + \frac{UxI}{2} = 0$$

$$\Rightarrow Q^2 = \frac{2xC_i xC_a}{UxI}$$

الكمية الإقتصادية الواجب طلبها هي : $\Rightarrow Q^* = \sqrt{\frac{2xC_i xC_a}{UxI}}$

حيث أن :

Q* : الكمية الإقتصادية.

Ci : تكلفة التمريرة.

Ca : الاستهلاك السنوي.

U : تكلفة الوحدة

I : معدل التخزين

U x I ⬅ تكلفة التخزين للوحدة في السنة (1)

بعد تحديد الكمية الإقتصادية الواجب التموين بها، الآن نتعرف على عدد الطلبيات الواجب تمريرها، و التي نجدها كالتالي :

المدّة الفاصلة بين طلبيتين : و يمكننا إيجادها من خلال المعادلة التالية :

$$N = \frac{C_a}{Q^*} = \frac{C_a}{\sqrt{\frac{2xC_i xC_a}{UxI}}}$$

$$t = \frac{12 mois}{N} = \frac{360 jours}{N}$$

مثال عددي : شركة تبيع نوع من المبردات، حيث بلغ عدد الوحدات المباعة في السنة السابقة 30000 دج، مديرية التجارة تترقب ارتفاع في مبيعاتها بـ 50% الشركة تتحمل ما قيمته 70 دج من أجل تمرير طلبية واحدة، وتتحمل أيضا ما يعادل 1 دج كتكلفة تخزين وحدة واحدة.

* ما هي الكمية الإقتصادية الواجب التموين بها؟

الحل :

بعد المعطيات الآتية يمكن للمؤسسة التموين بالكمية الآتية :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2xC_a xC_t}{UxI}} = \sqrt{\frac{2x45000x70}{1}}$$

$$= \sqrt{6300000} = 2509,98$$

$Q^* = 2510$ unités

إذن الكمية الإقتصادية الواجب طلبها هي 2510 وحدة.

* **عدد الطلبيات** :

$$N = \frac{C_a}{Q^*} = \frac{45000}{2510} = 17,928 = 18 طلبية$$

منه على الشركة تقديم 18 طلبية خلال السنة

* **الوقت الفاصل بين طلبيتين :**

$$t = \frac{360 jours}{18} = 20 jour$$

منه المدة الفاصلة بين كل طلبيتين هي 20 يوما.

عدة انتقادات فيما يخص فرضياته و سبب ذلك عدم تلاؤمها مع ما يفرضه الواقع :

* أجل الاستلام ثابت و معلوم، الواقع يظهر بعض المشاكل في هذه النقطة حيث أن المـــورد قـــد يقوم بالتأخر في تسليمه للمواد، مما ينجر عنه انقطاع في العملية الإنتاجية.

* الكمية الإقتصادية ثابتة دائما لعدم تغير الطلب، ففرضية عدم تغير الطلب جد منتقدة. لأنـــه في الواقع الطلب متأثر و عدم متأكد منه لأغلبية المنتجات. لهذا فالنموذج في أغلب الأحيان يقود إلى انقطاع في المخزون المكلف جدا للمؤسسة، مما يحدث لديها ضياع للزبائن، وصورته في السوق.

* نموذج Wilson يفترض استقلالية تكلفة تمرير الطلبية عن الكمية المعاد تموينها. و بما أن الفرضية مبسطة، فإنها لا تعكس الواقع، لأن هذه التكلفة مرتبطة جدا بالكمية المطلوبة.

* في النموذج، مسيري المخزون يمونون آخذين في الحسبان الإستهلاكات الماضية، بدون الاهتمام بالاحتياجات الحقيقية للإنتاج. إذ أنه من الأولى أن يكون الإنتاج هو من يملي مختلف حاجياتـــه لمسيري المخزونات و ليس العكس.

* يعتبر المسيرون المواد المتواجدة بالمخزون مستقلة فيما بينها، ولا يهتمون بوجود علاقـــة بينـــها كدخول العديد منها في تركيب منتوج نهائي.

هذه الاستقلالية تستلزم في الإنتاج إمّا إفراط في المخزون، او توقف في مراحل الإنتاج لمنوج نهائي ناجم عن انقطاع في المخزون.

ومن أجل تفادي خطر الانقطاع في المخزون وضمان الآجال المرتقبة، المسيرون يطـــورون مـــن جانبهم "مخزون الأمان".

* حسب نموذج Wilson فإن المخزون المتوسط يساوي إلى نصف مجموع المخزون لأول المدة و مخزون آخر المدة، مع افتراض أن المخزون آخر المدة يساوي الصفر، هذا ما يناقضه الواقع، بحيث أن المؤسسات لها مخزون في آخر هذه المدة.

هذه ممّا يناقضه الواقع، بحيث أن المؤسسات لها مخزون في آخر هذه المدة، مما يضع اختلاف ما بين المخزون المتوسط النظري و الواقعي.

النماذج الإحتمالية :

تطرقنا فيما سبق إلى النماذج التحديدية، المعروفة بثبات الطلب و معرفته بشكل مسبق، لكـــن في الواقع فإن الطلب يعرف بكثرة تغيراته أو بالأحرى تغيره عشوائي، بالإضافة إلى أن هذه النمـــاذج تعرف بثبات آجال التموين، لكن هي بدورها تتغير خاصة فيما يخص تواريخ التسليم من طـــرف الموردين.

هذا ما يجعلنا إلى التطرق إلى نماذج أخرى تتلاءم مع هذه التغيرات ألا و هي "النماذج الاحتمالية".

فهدفنا الرئيسي هو تجنب المؤسسة الوقوع في حالات الانقطاع في المخزون.

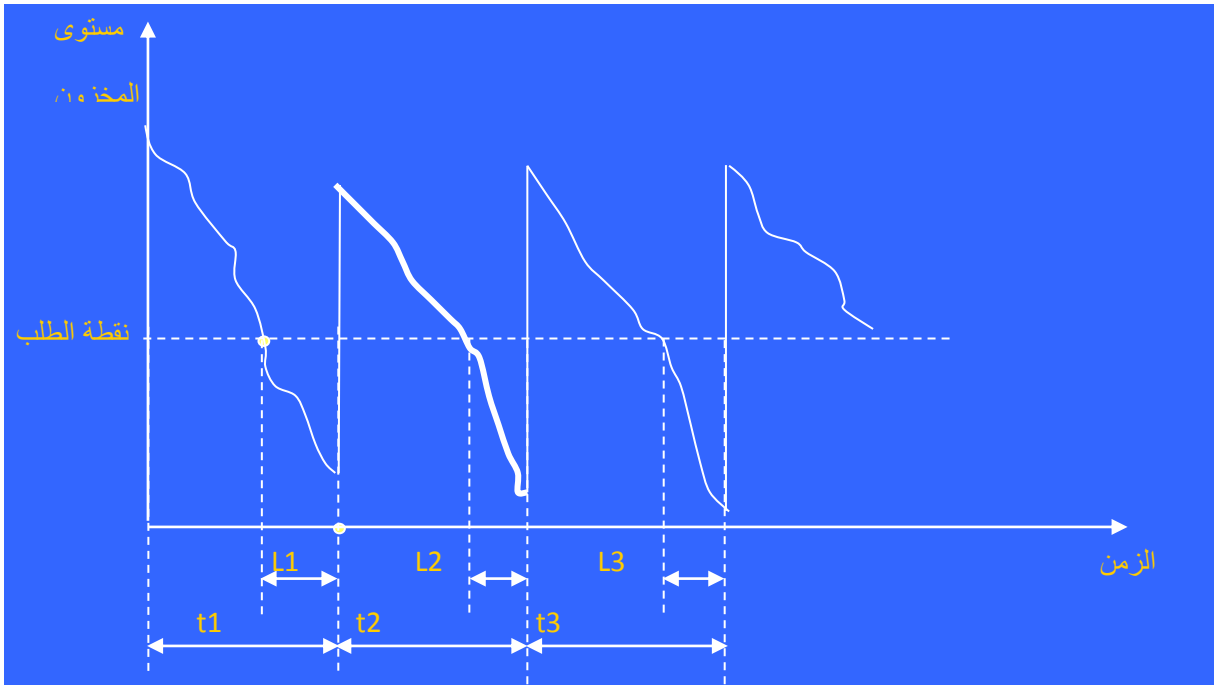
ويمكن تقسيم هذه النماذج إلى ثلاثة أشكال :

- الطلب عشوائي و أجل التموين ثابت.
- الطلب ثابت و أجل التموين متغير.
- الطلب و أجل التموين متغيرين.

الفرع الأول : الطلب عشوائي و أجل التموين ثابت.

هذه الحالة تتميز في الطلب بشكل عشوائي لا يمكن معرفته بشكل مسبق، ولا يمكن التنبؤ بشكل دقيق.

و نوضح ذلك من خلال الشكل التالي :



الطلب العشوائي بدوره ينقسم إلى قسمين :

* الطلب العشوائي المستمر

* الطلب العشوائي المتقطع.

أ- الطلب العشوائي المتقطع :

أي أن الطلب هو المتغير حيز الدراسة، فيكون عبارة عن متغير عشوائي متقطع. و المتغير العشوائي المتقطع هو المتغير الذي يأخذ قيم مختلفة بوحدات معينة لحساب المخزون الأمثل في هذه الحالة يمكن الإستعانة بطريقتين :

أ-1. التوقع الرياضي : فهو يعطي ترجيح لمختلف المستويات التي تواجهها المؤسسة بالإستعانة باحتمال كل منها، و القانون هو كالآتي :

$$E(S)=\sum_{i=1}^{N} SiPi=S_1P_1+S_2P_2+\ldots+S_nP_n$$

مثال توضيحي :

شركة تتوافد عليها عدة طلبات مختلفة خلال فترة التسليم، وقد واجهتها في بعض الأحيان مشاكل بخصوص وفائها لوعودها مع زبائنها، لدى قامت بالإحصائيات فتوصلت إلى النتائج الآتية :

الحالة	الطلب خلال فترة التسليم (Xi)	عدد المرات (Ni)
1	350	10
2	420	60
3	600	30
المجموع		**100**

* المطلوب : حساب المخزون الأمثل الموفق بين الحالات الثلاثة.

الحل :

* الحل الأنسب لهذه المشكلة هو سهل بالاستعانة بطريقة رياضية ترجيحية بين هذه القيم، و هي الأمل الرياضي.

$$E(x) = X_1 P_1 + X_2 P_2 + \ldots. + X_n P_n$$

$$E(x)=\left(350x\frac{10}{100}\right)+\left(420x\frac{60}{100}\right)+\left(600x\frac{30}{100}\right)$$

$$E(x)=467$$

إذن المخزون الأعلى الممكن للمؤسسة تكوينها له يساوي 467 وحدة لمواجهة جميع حالات الطلب.

أ-2. التوزيع البواسوني : Loi de poisson

الطريقة الثانية و المفضلة عند العديد من الراضيين هي استخدام التوزيع البواسوني. و الذي يعتمد على احترام نسبة معينة المعروفة بمعدل الخدمة، ومن خلال معرفة متوسط الطلب في الفترة يمكن تحديد الكمية المرجوة، وقانون التوزيع البواسوني كالآتي :

$$P(S)=e^{-m}\frac{m^S}{S!}$$

ب- الطلب العشوائي المستمر:

أي أن الطلب محل الدراسة عبارة عن متغير عشوائي مستمر، ولحسابه يعتمد على التوزيع الطبيعي، أي أن الطلب يتبع توزيع طبيعي المرتكز على المتوسط الحسابي و الإنحراف المعياري.

$$D \rightsquigarrow N(n,\delta)$$

دالة التوزيع الطبيعي كالتالي :

$$f(D)=\frac{1}{\delta\sqrt{2\pi}}.e^{-\frac{(D-N)^2}{2\delta^2}}$$

ولصعوبة الحساب بهذا القانون يعتمد على تبسيطه إلى توزيع طبيعي ذو متوسط معدوم مساوي إلى الصفر و انحراف معياري مساو إلى الواحد و يسمّى بـــ "التوزيع الطبيعي القياسي" (Loi Normal Centré Réduite)، و ذلك بمتغير جديد « t » بقيمة مستخلصة من التوزيع الأول، حيث :

$$t \rightsquigarrow N(0,1)$$

$$t = \frac{D - N'}{\delta}$$

مثال توضيحي :

شركة تبيع نوع من المنتوجات، تتلقى عليه طلب بالمتوسط 100 وحدة شهريا، وله انحراف معياري يقدر بـــ 50 وحدة شهريا، أمّا أجل التموين لهذا المنتوج فهو كل 10 أيام، وهذه الشركة تقبل بخطر انقطاع أقصاه 5%.

المطلوب : ما هو مستوى المخزون الذي تعلن الشركة عنده تمرير طلبية في ظل الشروط السابقة الذكر ؟

الحل :

الطلب يتبع توزيع طبيعي بمتوسط قدره 100 و انحراف معياري بـــ 50 $t \sim N(100,50)$

و المخزون S يقابله خطر الإنقطاع بـــ 5%.

لدينا : $\alpha=0,05 \Rightarrow 1-\alpha = 0,95$

و بالإستعانة بالتوزيع الطبيعي القياسي $t \sim N(0,1)$

حيث أن : $t = \frac{D - X}{\delta}$

فيصبح الاحتمال : $p\left(t \leq \frac{S-100}{\delta}\right) = 0,95$

من جدول التوزيع الطبيعي نحصل على :

$$\frac{S-100}{50} = 1,64$$

$$\Rightarrow S = 100 + (50 \times 1,64)$$
$$\Rightarrow S = 182$$

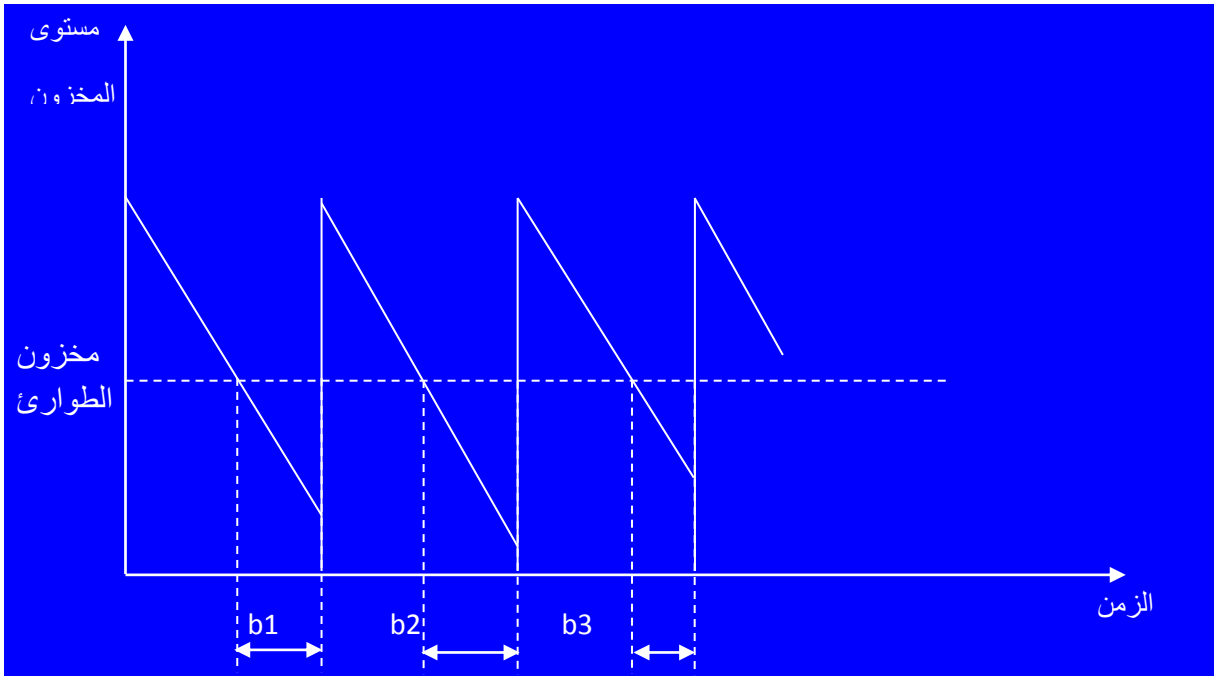
إذن المخزون العلى الذي تتقبله المؤسسة من أجل نسبة انقطاع 5% هو مستوى 182 وحدة.

الفرع 2: الطلب ثابت و أجل التموين عشوائي.

هذه المرحلة، عكس الحالة الأولى تماما، بحث أن أجل التموين هو المتغير و الطلب ثابت معلوم.

حيث أن التموين يكون غير منتظم من طرف الموردين لهذا علينا تحديد مخزون الطوارئ الضروري، لكن لا يتجاوز خطر الانقطاع لنسبة معينة.

ونوضح ذلك في الشكل الآتي :



أ- المتغير المتقطع :

مثال توضيحي : شركة تمون أسبوعيا بـــ 20 طن، لكنها تواجه مشكل في آجال التموين التي تتراوح مابين 4 إلى 6 أسابيع.

لهذا السبب قامت بإحصائية لمدة 100 يوم، فتحصلت على ما يلي :

N_i عدد المرات	C_i أجل التموين
50 مرة 20 مرة 30 مرة	4 أسابيع 5 أسابيع 6 أسابيع
100 مرة	**المجموع**

* جدول لأجل التموين المتغير.

المطلوب : ما هو المخزون الأمثل؟

الحل :

من خلال الملاحظة فإن أكبر كمية تمون بها الشركة هي 120=20x6 طن، هذا ما يخلق لها عدّة مشاكل.

لدى فإن المخزون الأمثل الذي تمون به هو :

$$E(C)=\frac{\sum C_i n_i}{\sum n_i}$$

$$E(C)=\frac{(120x30)+(100x20)+(80x50)}{100}$$

$$E(C)=96$$

إذن المستوى الذي تمون به الشركة بالمتوسط هو 96 طن في كل مرة.

ب– المتغير المستمر :

مثال توضيحي : شركة تقوم باستقبال موادها من مورديها، فلاحظت آجال تموينها تتبع توزيع طبيعي بمتوسط قدره 45 يوما و انحراف معياري قدره 10 أيام.

الكمية المطلوبة كل شهر هي 240 وحدة، والشركة تريد أن يكون خطر الانقطاع أقل من 5%.

المطلوب : ما هو مستوى المخزون المعلن لتمرير طلبية؟

الحل : لحل هذه المشكلة علينا تحديد أجل التموين الذي يجنب المؤسسة خطر الإنقطاع، و هو ما يمكن تجسيده رياضيا :

$$1-\alpha=0,95$$

حيث أن الطلب يتبع توزيع طبيعي : $d \rightsquigarrow N(45,10)$

و نحله بمساعدة التوزيع الطبيعي القياسي : $t \rightsquigarrow N(0,1)$

حيث : $$t=\frac{d-m}{\delta}=\frac{d-45}{10}$$

$$d=10t+45$$

بالتعويض في التوزيع الأول :

$$p\left(t<\frac{d-45}{10}\right)=0,95$$

من جدول التوزيع الطبيعي القياسي لـــ 0,95 نجد القيمة (t=1,64).

إذن منه : $d=(10x1,64)+45$

$\Rightarrow$ d = 61,4

$\Rightarrow$ d = 61

لدى فإن مخزون الطوارئ يسمح بكفاية الإستهلاك لـــ 61 يوما.

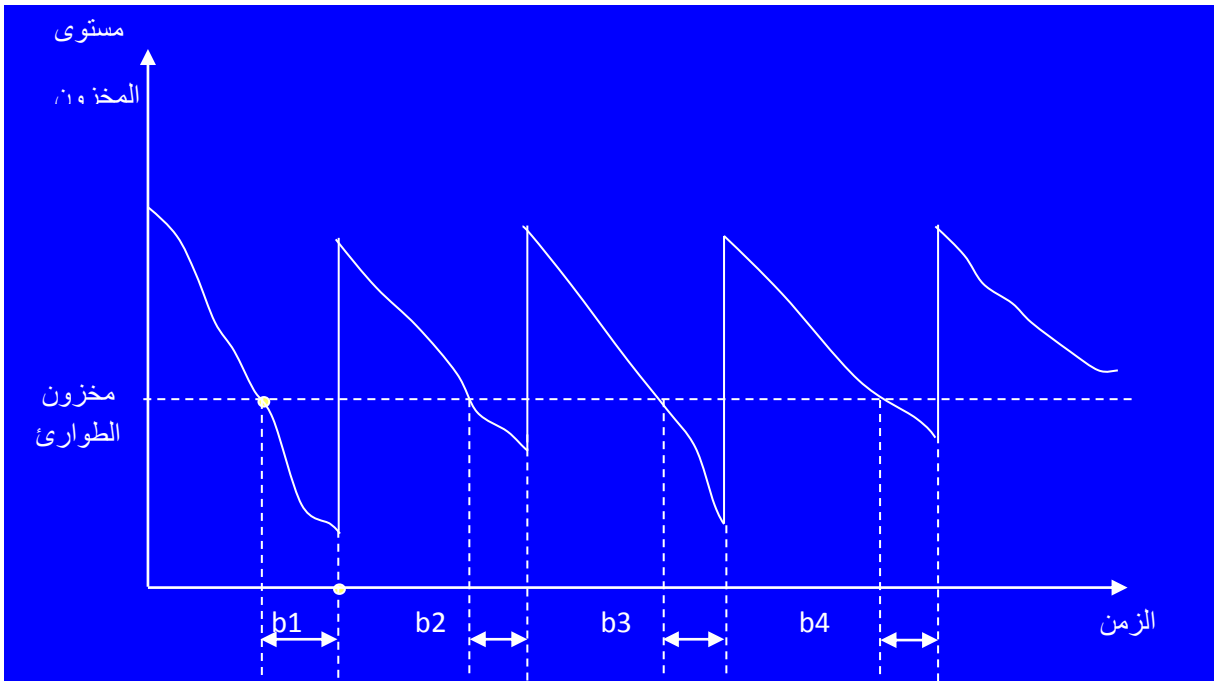
أي : $\frac{240}{30}x61=488$ وحدة

مخزون الطوارئ المجنب لخطر الانقطاع هو 488 وحدة.

الفرع 3 : الطلب و أجل التموين عشوائيين.

هذه الحالة خاصة، لأنها تتميز بالتغير العشوائي لكلا المتغيرين الطلب و أجل التموين معا، حيث لا يمكن التحكم بهما و لا التنبؤ عن قيمتهما.

و نوضح ذلك في الشكل الآتي :



أ– المتغير المتقطع :

مثال توضيحي : شركة تصلها طلبات أسبوعية من طرف زبائنها ذات الكميات المختلفة الطلب : 400 وحدة يصل بـ 10% من المرات الكلية، 500 وحدة تصل بنسبة 80% و 700 وحدة بنسبة 10% من الحالات الكلية.

أمّا التسليم فهو كذلك متوتر، فالمورد يمونها كل 3 أسابيع بنسبة 70%.

وكل 4 أسابيع بنسبة 30% من الحالات الكلية.

المطلوب : ما هو المستوى الأمثل ؟

الحل :

يمكن حل هذا المشكل من خلال الاستعانة بالقانون الخاص بمتغيرين عشوائيين الذي يعتمد على خلق متغير جديد يساوي إلى جداء الأملين الرياضيين لهما : $E(A) = E(S) \times E(da)$

أي هو ناتج مجموع جداء كل الطلب الأسبوعي في نسبته مضروب في جداء عدد الأسابيع في احتماله.

أوّلا نحسب الكميات الممكن تلقيها في كل تسليمه :

الطلب الأسبوعي / أجل التسليم	400	500	700
3	1200	1500	2100
4	1600	2000	2800

جدول للكميات المستلزمة مع تغير الطلب و أجل التسليم

ثانيا حساب الإحتمالات الممكنة :

الإستهلاك / احتمال	1200	1500	1600	2000	2100	2800
الطلب	0,1	0,8	0,1	0,8	0,1	0,1
الأجل	0,7	0,7	0,3	0,3	0,7	0,3
الإستهلاك	0,07	0,56	0,03	0,24	0,07	0,03

جدول الاحتمال

ومنه يمكن حساب التوقع الرياضي لـــ A:

$$E(A) = E(S) \times E(da)$$
$$= (1200 \times 0,07) + (1500 \times 0,56) + (1600 \times 0,03) + (2000 \times 0,24) + (2100 \times 0,07) + (2800 \times 0,03)$$
$$E(A) = 1683$$

منه فإن الكمية المتوسطة التي تحتفظ بها المؤسسة هي على المتوسط 1683 وحدة.

ب– المتغير المستمر :

يمكن حساب مستوى المخزون عند أجل التموين و الإستهلاك متغيرين بالإستعانة على حساب مخزون الأمان من خلال القانون الآتي :

$$\textbf{Stock de sécurité} = m \times \delta$$

المتغير المخفض المشترك مع خطر الإنقطاع.

مجموع التباينات الذي يحسب على النحو الآتي :

$$\delta^2 = \delta_i^2 + D x \delta_d^2$$

مثال :

لنفترض أن الإستهلاك المتوسط الأسبوعي لمادة ما تساوي $\overline{X}=50$ ، مع انحراف معياري قدره 5.

الأجل المتوسط للتسليم هو 4 أسابيع (20 يوم) مع انحراف معياري بـــ 2 يوم، علما أن الإدارة تقبل بخطر انقطاع أقصاه 2,5%.

الحل :

حل هذا المثال يكون بحساب مجموع التباينات على المراحل التالية :

* نعتبر أن أجل التموين ثابت يمكن حساب تباين الاستهلاك المتغير خلال 4 أسابيع :

$$\delta_d = D.\delta_d^2 = 4(5)^2 = 100$$

* نعتبر أن الاستهلاك ثابت، يمكن حساب تباين الاستهلاك على يومين :

δ_i = الأيام x δ(الأيام)/الاستهلاك

$$20 = 2x\left(\frac{4x50}{20}\right) = \text{وحدة}$$

إذن :
$$400 = (20)^2 = \delta_i^2$$

* و باعتبار الاستهلاك و أجل التسليم متغيرين، يمكن حساب :

$$\delta^2 = \delta_i^2 + D\delta_d^2$$
$$\delta^2 = 400 + 4(100)$$
$$\delta^2 = 800$$

منه : $\delta = 28,28$

* و الآن يمكن حساب مخزون الأمان : $\delta.\delta = M \times \delta$

علما أن خطر انقطاع 2,5% يقابله تغير مخفض بـــ 1,96

$\delta.\delta = (1,96) \times 28,28$
$\delta.\delta = 55,43 = 55$

لحساب المستوى الأعلى نستخدم قانون المثال الخاص بالتغير في الإستهلاك فقط، حيث أنه يساوي إلى مجموع مخزون الأمان و الطلب المتوسط.

المستوى الأعلى

$$S = \bar{X} + 55$$
$$S = (4 \times 50) + 55$$
$$S = 200 + 55$$
$$S = 255 \text{ وحدة}$$

إذن مستوى مخزون الطوارئ : هو مجموع مخزون الأمان و الاستهلاك الممكن حدوثه خلال فترة التموين.

$$S_A = SS + C_A$$

- الإستهلاك خلال فترة التموين :

فترة التموين المتوسط 20 يوما و استهلاك متوسط أسبوعي 50 وحدة منه :

الإستهلاك خلال فترة التموين .

$$= \left(\frac{50 \times 20}{7}\right) = 142,85$$
$$143 \text{ وحدة}$$

إذن مخزون الطوارئ يساوي :

$$S_A = SS + C_A$$
$$= 55 + 143$$
$$= 198$$

ومنه : المخزون الذي على إثره تعلن المؤسسة عن إصدار الطلبية يمون عند المستوى المساوي لـــ 198 وحدة.

نماذج الدفع و نماذج السحب

الفرع 1 : نماذج الدفع: حساب الاحتياجات الصافية MRP

استحدثت طريقة جديدة لتسير المخزونات و المشهورة باسم MRP . و تعرف على أنها طريقة لحساب الاحتياجات من المركبات من المهد (تدفق دفع) المرتكزة على قاعدة معطيات تقنية.

و هذه الطريقة تسمح بحديد رزنامة التموين و الصنع في المؤسسة انطلاقا من البرنامج الموجه للإنتاج و حالة المخزونات و المنتوجات قيد الصنع. و ترتكز على أساسين أولهما مدونات الإنتاج التي تفصل مختلف المواد والأساس الثاني تقوم على التنبؤات التجارية أو البرنامج الموجه للإنتاج أو سجل الطلبيات.

- طريقة الحساب : تعود لمبتكرها JOSEF ORLICKLY الذي قام بتقسيم الاحتياجات إلى قسمين:
  - احتياجات مستقلة : تشمل جميع الاحتياجات الآتية من خارج المؤسسة و بشكل عشوائي.
  - احتياجات مرتبطة : هي الاحتياجات الضرورية لانجاز الاحتياجات المستقلة.
  - يتم الحساب بالقانون التالي

الحاجة الصافية = الحاجة الخام – أمر ممرر– مخزون حالي.

الاحتياجات الخام يتعرف عليها من خلال التنبؤ التجاري أو البرنامج الموجه للإنتاج.

و من هذا المنطق يمكن للمؤسسة ضبط مخزوناتها و مختلف الاحتياجات الفعلية لأداء نشاطها.

العناصر التي أساسها يكون حساب الاحتياجات هي:

– المخطط الصناعي و التجاري PIC:

و يسمى أيضا التنبؤ بحاجة الزبون بحيث أنه أول خطوة و التي تشتمل على المعطيات المتعلقة بالنشاط المستقبلي للمؤسسة. كالمعلومات الخاصة بالاستثمارات المراد انجازها .الإمكانيات المالية الممكن الحصول عليها. عدد العمال للتوظيف ...و معها الإنتاج.

– البرنامج الموجه للإنتاج PDP:

هذا البرنامج يعتبر الممر بين المخطط الصناعي و التجاري و حساب الاحتياجات فهو يقوم بتحديد و بشكل دقيق آجال استحقاق الكميات الواجب صنعها لكل منتوج نهائي .و هذا

بهدف تحقيق و تلبية رغبات الزبائن من جهة وظيفة التجارة أما وظيفة الإنتاج فيكون البرنامج المرجعي للإنتاج.

هذا البرنامج يعد أسبوعيا و يراجع على العموم يوميا.

الشكل يوضح أهم الخطوات المتبعة لحساب الاحتياجات الصافية حيث أن المخطط الصناعي و التجاري هو أول ما يقام لهذه الطريقة بعدها ينجز البرنامج الموجه للإنتاج ثم يتم إجراء الحسابات اللازمة مع معرفة دقيقة للمخزونات و الانتاج.

الفرع 2 : الوقت المضبوط (JAT) :

كما سبق و أن رأينا فإن المؤسسات تبحث عن أحسن الطرق التي تمكنها من تسيير المخزونات، ومن جميع الطرق التي تم التعرض إليها فهي تنتمي إلى التدفق من المهد "تدفق الدفع"ن لكن الآن سوف نتعرض لطريقة تعمل على تفعيل التدفق من النهاية "تدفق السحب".

1- تعريف المفهوم :

ظهرت هذه الطريقة المتمثلة في سحب التدفق من النهاية لأول مرّة باليابان، حيث أنها سميت بالوقت المضبوط (Juste à temps)، وذلك في سنة 1937 بالضبط بشركة طويوطا

(TOYOTA)، مصلحة النسيج بفضل المهندس "Taiichi Ohno" و تقوم هذه الطريقة حسب البعض على أن المؤسسة تقوم بإنتاج ما تحتاجه فقط و في الوقت الذي تحتاجه أو بصيغة أخرى إعداد و تسليم :

- المنتوجات النهائية في الوقت المضبوط لبيعه.
- المنتوجات النصف مصنعة في الوقت المضبوط لدمجها في المنتوجات النهائية.
- القطع و المركبات في الوقت المضبوط لتجميعها في منتوجات نصف مصنعة.
- المواد الأولية في الوقت المضبوط لتحويلها إلى قطع و مركبات.

2- أهداف الوقت المضبوط :

لكل طريقة أهداف خاصة بها و تختلف من واحدة لأخرى، لكن هذه الطريقة لها أهداف ليس كباقي الأهداف لأنها تريد الوصول إلى أهداف صفرية و هي على النحو التالي :

* **العطب الصفري** : و هو يخص تجهيزات التحويل التي يجب أن تتوفر على درجة وفاء و خدمة عالية جدّا، يتوصل إليها عن طريق تفادي الأعطاب.
* **الإنتظار الصفري** : و هي تخص العلاقة "مورد – زبون" التي يجب أن تكون خالية من جميع أنواع الإنتظار و التي تخص الآجال.
* **الأجل الصفري** : و يتوصل إليه من خلال عدم وجود آجال بين مختلف مراحل التحويل.
* **الخطأ الصفري** : و المقصود بها الخطأ الناجم حدوثه على المنتوج خلال مراحل التحويل، ممّا يؤثر بصفة مباشرة على جودة المنتوج.
* **المخزون الصفري** : أي أن المخزون المراقب من طرف المؤسسة يوجد في حدّه الأدنى.
* **الوقت الصفري** : و تهدف إلى خلق مجال أكبر للثقة.
* **الحرمان الصفري** : "Le zéro trust ration"

هذا الهدف يقوم على موافقة كل عامل بالمؤسسة على هذه المقاربة، وعدم حرمانه من المشاركة فيها، مع تحمله مسؤولية نتائج قراراته.

3- شروط تطبيق الوقت المضبوط :

لتطبيق الوقت المضبوط توجد ثلاثة شروط :

أ- تلاؤم مراحل الصنع : على المسير أن يوفر للآلات الجو الملائم لعدم حدوث تسربات، ومن هذه الإجراءات :

* قبول العاملين ذوي المهارات العالية، الذين بإمكانهم القيام بأشغال بسيطة و معقدة و لهم قدرات تسمح للعمل على مختلف الآلات.

* تنظيم مراحل العمل داخل المؤسسة و التي تسمح باستغلال الكفاءات بدون وجود تنقلات كثيرة.

* تكوين سلاسل عمل صغيرة تسمح بتحديد المسؤوليات بين العاملين.

* العمل على التغيير السريع للأدوات.

ب- معايرة العمليات : وتقوم معايرة العمليات على :

* تحديد مدة دوران الإنتاج و عدد العاملين تبعا للطلب.

* تحديد الأنماط العملية.

* تحديد نقاط مراقبة الجودة و المخزون المتوسط.

جـ - صقل الإنتاج :

فهو يسمح بوضع ملائمة للإنتاج بالنسبة للتغيير في الطلب هذا من جهة، ومن جهة أخرى، يجنب التأثيرات المهمة للأحجام الواجب صنعها، وهذا الصقل يحصل عليه من خلال :

* اقتطاع نقاط على مستوى البرنامج الموجه للأنتاج.

* اختلاط الإنتاج، أي صنع منتوجات مختلفة.

* الصنع بدفعات صغيرة، المتميزة بتكلفة ضعيفة و مخزون ضئيل.

4- أشهر الطرق المستعملة في الوقت المضبوط:

توجد العديد من الطرق المستعملة في الوقت المضبوط، ونذكر منها :

أ- تموقع ورشات الإنتاج : اختيار أحسن المواقع التي يمكن وضع فيها الورشات من أجل تخفيض تكاليف التنقلات فيما بين الورشات، أو بينها و بين الموردين، أو بينها و بين الزبائن.

ب- طريقة اللاصقة : "KANBAN"

و هي كلمة ذات أصل ياباني معناها باللغة الفرنسية "Etiquette" أمّا باللغة العربية فمعناها "اللاّصقة"، و نظرا لشهرة هذه الطريقة سوف نتطرق لها في الفرع الموالي.

جـــ – الجودة : فهي إحدى الطرق التي تهدف إلى الوصول إلى أكبر إرضاء للزبون و لا يتحقق من خلال ضبط لجميع مراحل الإنتاج، و تقليص الأوقات الضائعة، ومع وجود خطأ قدره صـــفر في العملية الإنتاجية.

د– طريقة "S" 5 Les : فهي عبارة عن الحروف الأولى لخمس كلمات باللغة اليابانية، وهـــي على التوالي :

Seiketsu	Propreté	نقاوة
Seiso	Rangement	ترتيب
Seiri	Nettoyage	نظافة
Seiton	Mise en ordre	تنظيم
Shitsuke	Education moral	التربية الأخلاقية

هـــ – طريقة تحسين وقت تغيير السلسلة : "SMED"

و هذا الرمز "SMED" معناه "Single Minute Exchange of Die"، أي تغيير الأداة في أقل من 10 دقائق، فهذه الطريقة تقوم بتقليص مدة تغيير الأدوات في حالة تغيير المنتوج أو حجم الدفعـــة، لأن الوقت المستغرق في هذا العمل يعتبر كوقت ضائع.

و– طريقة حذف العشوائيات :

و هذه العشوائيات تتمثل في أغلب الأحيان في عطب و تعطل الآلات، وكذلك المشاكل الناجمـــة عن اللاجودة. و للقضاء عليها تقع المهمة على عاتق و ظيفة الصيانة ووظيفة الجودة.

الفرع الثالث : طريقة اللاّصقة : "Kanban"

اعتمدت المؤسسات على تسيير تدفقاتها على العديد من الطرق، لكن كلها تجتمع في أنها طـــرق دفع، إلى غاية مجيء أو ظهور طريقة جديدة تعتمد على جذب التدفق و المسماة بطريقة الوقـــت المضبوط، التي تبدأ تدفقها من النهاية متجهة نحو المهد، ومن بين الطرق المعتمدة لديها، والتي سبق ذكرها هي طريقة اللاّصقة "Kanban".

1- تعريفها :

جميع المؤسسات كانت تعتمد على طرق الدفع للتدفق، و إلى غاية مجيء "Taiichi Ohno" من شركة طويوطا "Toyota" حيث أنه لاحظ أن رجال المصانع لهم دوما اتجاه نحو الإنتاج الزائد، ممّا جعله يفكر في طريقة جديدة، تسمح بإنتاج المنتوج المطلوب لا غير و في الوقت المطلوب، و بالكمية المطلوبة.

فاستوحى طريقة جديدة على خلق تدفق للمعلومات بشكل عكسي للتدفق المادي، والتي تعرف بطريقة اللاّصقة.

فالكلمة "Kanban" يابانية الأصل و مهمتها الربط بين مركزي عمل الأول يعتبر نهائي و الثاني يعتبر تمهيدي بحيث أنه لا يمكن الإنتاج إلاّ عند وصول طلبية زبون ومنه تصدر اللاّصقة من مركز العمل الذي قبله لإيراده بالمستلزمات اللازمة لأداء عمله، وترسل هذه المطلوبات في حاوية مع اللاّصقة الخاصة به.

ومنهم من يعرفها على أنّها عبارة عن أمر للصنع يصدره مركز العمل النهائي بعد استعماله للحاوية المستلمة له، بعدها يقوم بإرسال اللاّصقة إلى مركز العمل التمهيدي بالنسبة إليه، حيث توضع في لوحة و ترتب على شكل خطوط انتظار لأوامر الصنع.

2- خصائص ومميزات اللاّصقة :

اللاّصقة ليست عبارة عن ورقة عادية تختار و يكتب عليها بصفة عشوائية، و إنّما تحتوي على الخصائص و المميزات التالية :

أ- المعلومات المسجلة على البطاقة وهي كالآتي :

* اسم و عنوان المركز الزبون "المركز النهائي".
* التعيين الواضح للمادة.
* كمية المواد.
* اسم و عنوان المركز المورد.
* رقم البطاقة و كمية البطاقات الموجودة بالمصلحة.

* و يمكن إضافة عنوان منطقة إيداع المنتوج القيدي في حالة تواجده بعيدا عن مركزي التحويل.

ب- الخصائص المادية للبطاقة :

* يجب أن تكون نظيفة ومقاومة، كالبطاقات البلاستيكية، أو مزيج من الورق و البلاستيك.
* عليها أن تكون قادرة على الالتصاق و بصلابة بخاوية المناولة من أجل توجيهها.
* يجب أن تكون قادرة على أن توضع فوق سند يساعد على التسيير البصري للمركز المورد.

جـ- سند التسيير البصري :

نعلم أن البطاقة يصدرها المركز الزبون باتّجاه المركز المورد، وعند وصول البطاقة توضع على سند، فعند تراكم البطاقات يمكن للعامل و في لمح البصر التحقق من :

- تراكم الكمية الدنيا : فهو عتبة إعادة العمل، و الذي يسمح بإنتاج دفعة جديدة.
- تراكم الكمية العليا : فهو مستوى الطوارئن و الذي يجب عنده استعجال عملية الصنع لأن المركز الزبون يتوفر على القليل من مواد المان المغطية لأجل التموين.

د- اختيار الحاويات : اختيار الحاوية يكون على أساس تلاؤمها مع كمية أو حجم المواد المنقولة و متوسط النقل، علما أن وتيرة الدوران مرتبط بشكل وطيد مع أبعاد الحاوية.

هـ- بطاقة الصنع و بطاقة التموين :

بطاقة الصنع هي البطاقة التي تقوم بتنظيم عمليات الصنع بين مراكز الصنع و التحويل، أما البطاقة الثانية و هي بطاقة التموين فهي تربط بين مركز التحويل و المخزن.

3- حساب عدد اللاّصقات :

الهدف من حساب عدد اللاّصقات هو تجنب وقوع العملية الإنتاجية في انقطاع، وتحسب على أساس القانون الآتي :

$$N=\frac{D.d(1+k)}{C}$$

حيث أن :

N : عدد اللاّصقات.

D : الطلب اليومي.

d : مدة الدوران الموافقة للعودة إلى نقطة البداية للاّصقة.

K : معامل الأمان.

C : قدرة استعاب الحاوية.

مثال توضيحي :

الطلب اليومي لمركز ما هو 500 قطعة في اليوم، مدة الدوران 0,5 يوم، معامل الأمان 0,05، و قدرة استعاب الحاوية هو 50 وحدة.

إذن فعدد اللاّصقات هو :

$$N = 500 \times 0,5 \times 1,05/50$$

$$N \longrightarrow = 5,25$$

إذن عدد اللاّصقات المصدرة هي ستة لاصقات في اليوم.

خلاصة الفصل

كل المؤسسات تطمح إلى تحسين إنتاجها، من خلال التحكم في مختلف المتغيرات إلاّ أن كل مؤسسة و الطريقة التي تنتجها من أجل أن تحسن من أدائها.

فمنها ما يتميز محيطها بالاستقرار يناسبها استعمال نموذج wilson، أما إن كانت قيم المواد الموجودة بالمخزون تباعد كبير فيمكن استعمال إحدى الطريقتين لـ PARETO (سواء طريقة 20/80 أو طريقة ABC).

لكن أغلب المؤسسات يمتاز محيطها بالتغير العشوائي لأحد المتغيرين (الاستهلاك، أجل التسليم) أو كلاهما فيصلح لها النماذج الاحتمالية.

أمّا إن كان المعتمد في التسيير هي المنتوجات النهائية لا المواد الأولية، تستعمل إحدى النماذج الآتية، حساب الاحتياجات الصافية إن كانت ترتكز على التنبؤ بالدرجة الأولى و الوقت المضبوط إن كان المعتمد في المؤسسة هو عدم الإنتاج إلاّ لّما تم بيعه و يمكن دمجها إن وجد أن استعمال مرايا كل منها أحسن من استعمال إحداهما.

تمارين محلولة في نظرية تسيير المخزون:

التمرين الأول: إحدى منظمات الأعمال الإنتاجية تحصل على إحدى القطع اللازمة لمنتوجاتها من أحد الموردين، وكانت احتياجاتها الشهرية 1000 وحدة. كلفة إعداد الطلبية الواحدة 25 د، كلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة من التخزين 20% من قيمتها. وكانت كلفة الوحدة الواحدة 2.5 د.

المطلوب:

1- تحديد كمية الطلب الاقتصادية.

2- تحديد التكلفة الكلية للاحتفاظ بالمخزون.

3- تحديد نقطة إعادة الطلب.

4- تحديد أقل عدد ممكن من الطلبيات.

الحل:

1- كمية الطلب الاقتصادية Q= 1095.45 :

2- التكلفة الكلية للاحتفاظ بالمخزون CT= 30547.72 :

3- نقطة إعادة الطلب RP=240 :

4- أقل عدد ممكن من الطلبيات N= 11

التمرين الثاني: تخصصت إحدى المنظمات الإنتاجية بنوع معين من الإنتاج وكان الطلب السنوي على المواد الأولية اللازمة للإنتاج يبلغ 20800 وحدة وسعر الوحدة 10 د، كانت كلفة تجهيز الطلبية الواحدة 40د وكلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة من المخزون 25% من قيمة الوحدة الواحدة من المخزون.

المطلوب :

1- تحديد حجم الطلبية الاقتصادي.

2- حساب التكلفة الكلية للمخزون.

3- إذا علمت أن فترة التوريد هي 2 يوم وأن عدد أيام العمل السنوية هي 250 يوم فما هي نقطة إعادة الطلب؟

الحل:

1- كمية الطلب الاقتصادية Q= 815.84 :

2- التكلفة الكلية للاحتفاظ بالمخزون CT= 210039.61 :

3- نقطة إعادة الطلب RP=166.4 :

التمرين الثالث: إحدى منظمات الأعمال الإنتاجية حصلت على امتياز لتصنيع نوع معين من الغسالات الكهربائية، وقد توصلت هذه المنظمة إلى تحديد كمية الطلب السنوي على الغسالات الكهربائية وهو 4000 وحدة سنويا. ويتوقع أن يكون حجم الطلب ثابتا خلال دورة الإنتاج. تكلفة إنتاج الغسالة الواحدة هو 20 د وكلفة تجهيز المكائن للإنتاج 75 د، كلفة التخزين للوحدة الواحدة في المخزن 15% بالسنة، وكانت كمية الإنتاج السنوية 12000 جهاز غسالة.

المطلوب: باستخدام نموذج كمية الإنتاج الاقتصادية حدد ما يلي:

1- كمية الإنتاج الاقتصادية.

2- أقصى مستوى للتخزين.

3- التكاليف الكلية السنوية.

الحل:

1- كمية الإنتاج الاقتصادية Q= 548 :

2- أقصى مستوى للتخزين: 365 وحدة

3- التكاليف الكلية السنوية: CT= 1094.95

الفصل الرابع: نظرية المحاكاة

لقد شاع استخدام نماذج التماثل والمحاكاة لحل الكثير من المشاكل التي تواجهنا في الحياة العملية، وإذا احتوت العمليات التي يتم تمثيلها على فرص احتمالية مختلفة فعادة ما يطلق على هذا الأسلوب بأسلوب **مونت كارلو**. ولقد استخدم هذا الأسلوب في دراسة العديد من المشاكل مثل مشكلة المرور، مشاكل الحرب وانتشار الأوبئة، وكذا في دراسة السلوك الإنساني في المواقف العصبية مثل الزلازل والفيضانات.

كما يستخدم هذا الأسلوب عند دراسة الكثير من المشاكل التي تواجهنا في مجال إدارة الأعمال كمشكلة المخزون، جدولة برامج الإنتاج، وتأثير الحملات الإعلانية، وغيرها من المشاكل المختلفة الأخرى المعقدة التي لا توجد لها نماذج رياضية، أو التي تكون النماذج الرياضية الخاصة بها معقدة (إن لم تكن مستحيلة) في عملية الحل.

فالمحاكاة هي محاولة لتطبيق خصائص ومظاهر النظم الواقعية في شكل نماذج تقترب بشدة منه وتعطي تصورا دقيقا للواقع ومشاكله. ومن ثم يمكن تصميم ودراسة ووضع حلول للمشاكل المرتبة بالنظم في الواقع العملي. وسوف نوضح في هذا البحث كيف يمكن استخدام المحاكاة كجزء من نظام إدارة الأعمال والعمليات. وكيف يمكن استخدام هذه النماذج لدراسة وتقدير الآثار المختلفة لتصرفات معينة من المحتمل أن يتعرض لها أو يسلكها النظام، وتكمن الفكرة الأساسية للمحاكاة في أنها تمثل:

1- محاكاة الواقع وحالاته المختلفة رياضيا.
2- دراسة خصائص وصفات التشغيل.
3- استخلاص مقومات النظام واتخاذ القرارات المبنية على نتائج المحاكاة.

ولكي يمكن استخدام أسلوب المحاكاة على مدير الأعمال اقتفاء الخطوات التالية:

1- تعريف المشكلة.
2- تحديد المتغيرات الهامة المرتبطة بالمشكلة.
3- بناء نموذج رقمي رياضي.
4- تحديد الطرق المختلفة للاختبار.

تنفيذ التجربة واختبار النموذج.

5- استخدام النتائج في تعديل النموذج.

6- تحديد أفضل التصرفات الممكن الاعتماد عليها واستخدامها.

المحاكاة باستخدام أسلوب مونت كارلو:

يستخدم أسلوب **مونت كارلو** عندما يتضمن النظام عناصر واضحة لها فرصة للتأثير في سلوك النظام، وهذا يشير في الواقع إلى أن أسلوب **مونت كارلو** هو أسلوب احتمالي؟، يقوم على تجربة الفرص المحتملة من خلال معاينة عشوائية، ويمكن تقسيم هذا الأسلوب إلى خمسة خطوات:

تحديد التوزيع الاحتمالي للمتغيرات الهامة في النظام:

حيث تقوم الفكرة الأساسية لأسلوب **مونت كارلو** على توليد قيم لمتغيرات النموذج التي سيتم دراستها، ويوجد العديد من المتغيرات التي تأخذ الصفة الاحتمالية في الواقع العملي مثل:

- الطلب اليومي أو الأسبوعي من المخزون.
- الزمن المنقضي بين الأعطال التي تتعرض لها آلة معينة.
- أوقات أداء الخدمة.
- الأوقات اللازمة لإنجاز أنشطة مشروع معين.

والأسلوب الأمثل لتحديد التوزيع الاحتمالي لمتغير معين، يتمثل في اختبار سلسلة القيم التاريخية لهذا المتغير، حيث يتم تحديد الاحتمال أو التكرار النسبي، وذلك بقسمة عدد التكرارات أو الملاحظات على إجمالي عدد المشاهدات أو التكرارات.

تحديد مدى للأرقام العشوائية:

بمجرد تحديد الاحتمالات لكل متغير من المتغيرات المدروسة، فإنه يجب تخصيص مجمعة من الأرقام لتمثل كل قيمة من القيم الممكنة للمتغير، والتي يشار إليها بالمدى من الأرقام العشوائية.

توليد الأرقام العشوائية:

الأرقام العشوائية هي جميع الأرقام التي يتم توليدها من الأرقام الأساسية وهي من الصفر (0) إلى تسعة (9)، بحيث يكون هناك فرص متساوية، وعادة ما يتم الاستعانة ببرامج الحاسب الآلي لتوليد هذه الأرقام خاصة إذا كنا في حاجة إلى توليد حجم كبير من الأرقام العشوائية ويوضح الجدول التالي جزءا من جداول الأرقام العشوائية.

جدول الأرقام العشوائية

81	86	13	57	49	90	11	12	95	97
02	13	22	39	58	24	91	75	92	02
60	67	63	96	89	16	99	14	67	80
04	00	63	49	15	32	57	72	24	66
46	79	23	77	12	72	28	20	76	96
31	37	18	26	94	73	61	82	64	55
67	85	32	95	85	16	70	74	02	50
25	24	21	30	34	81	33	08	53	29
24	18	13	50	07	70	91	01	16	58
10	37	06	11	53	16	67	69	16	51
40	52	10	80	99	30	97	36	55	04
02	16	97	63	89	59	61	35	54	86
39	17	68	88	10	59	11	52	23	23
68	32	48	69	27	74	50	99	26	39
08	02	51	24	50	83	86	41	44	47
59	29	68	07	93	90	25	41	71	60
66	02	97	70	92	68	06	48	88	65
90	12	54	08	57	14	60	11	74	44
12	08	44	40	50	32	80	95	10	93
64	59	90	16	78	47	19	36	46	20
79	80	48	58	13	94	88	24	54	86
31	40	06	40	70	19	25	12	88	12
86	07	60	69	90	60	24	50	00	42
68	32	92	90	24	61	68	81	98	29
82	74	77	81	40	89	37	02	63	26
89	56	38	35	72	20	78	82	77	01
80	57	39	36	21	41	27	43	69	41
11	55	84	45	01	05	04	76	40	54
62	77	47	92	80	22	22	82	03	68
16	70	43	83	13	43	75	77	31	21
36	81	44	85	23	04	21	54	64	53
59	47	91	58	69	95	47	21	66	91
18	61	01	05	96	97	40	74	72	48
82	32	85	09	46	84	71	47	61	26
13	62	60	61	51	84	85	24	95	55
35	67	93	77	85	84	88	01	27	70
43	25	64	43	54	38	25	66	13	38
62	17	12	35	98	92	24	25	80	36
20	75	22	05	90	04	61	21	10	98
73	27	94	87	26	26	19	29	54	50

محاكاة التجربة:

يمكن القيام بمحاكاة نواتج التجربة عن طريق الأرقام العشوائية من جدول الأرقام العشوائية، وذلك بالبدء من أي موقع من هذا الجدول، مثلا من العمود الأول السطر الثالث أو العمود الرابع السطر الخامس أو من السطر الأول العمود الخامس ... إلى غير ذلك.

- استخدام المحاكاة في حل مشاكل نظرية صفوف الانتظار:

يمكن حل مشاكل صفوف الانتظار ببناء النماذج الصورية أو التماثلية، ولكن يفضل استخدام الوسائل الرياضية كلما أمكن ذلك. وفي الحالات التي يصعب فيها استخدام هذه الوسائل الأخيرة، فلن يكون أمامنا إلا الاتجاه إلى المحاكاة.

فلو أخذنا على سبيل المثال مخزن لديه محطة تفريغ واحدة حيث يتم تفريغ سيارات الشحن خلال الليل وحيث يأخذ تفريغ السيارة نصف يوم بالتمام. وإذا كان هناك أكثر من سيارتين في حالة انتظار للتفريغ، فإن ذلك معناه أنه سيتم تأجيل تفريغ بعض السيارات إلى اليوم التالي.

وقد تظهر التجارب السابقة، على سبيل المثال، أن تكرار عدد مرات وصول السيارات التي تصل في ليلة معينة مستقل تماما عن العدد الذي يصل في أي ليلة أخرى.

وتعتبر هذه المشكلة أحد مشاكل صفوف الانتظار حيث معدل الخدمة هو سيارتين في اليوم في المتوسط ومعدل الوصول هو 1.5 سيارة في اليوم. وعلى كل حال، يمكن إظهار أن الوصول وكذلك الخدمات لا يتبعا قاعدة بواسون حيث أن زمن الخدمة ثابت عند ½ يوم وعلى هذا الأساس فان النموذج الرياضي لنظرية صفوف الانتظار لا ينطبق على هذه الحالة.

والخطوة الأولى لإعداد المحاكاة لعملية الانتظار هذه تكون بإعداد جدول تاريخي (أو سلاسل زمنية) لعدد مرات الوصول لعدد من الليالي. ويتم ذلك عشوائيا أو باستخدام أسلوب **مونت كارلو**. وإحدى الطرق هي أخذ 100 قصاصة ورق صغيرة ويكتب الرقم صفر على 23 منهم، والرقم 1 على 30 منهم وهكذا طبقا للجدول التالي. ثم نقوم بعد ذلك بالسحب من إناء يتضمن جميع قصاصات الورق المطوية، ويعتبر الرقم الذي يظهر على الورقة المسحوبة هو عدد السيارات التي تصل في فترة معينة من فترات المحاكاة.

جدول التوزيع الاحتمالي

عدد السيارات التي تصل يوميا	التكرار النسبي
0	0.23
1	0.30
2	0.30
3	0.10
4	0.05
5	0.02
6 أو أكثر	0.00

ومتوسط عدد السيارات التي تصل يوميا هو عدد السيارات التي تصل يوميا مضروب في التكرار النسبي وهو مساوي ل 1.50سيارة في اليوم.

وهناك إجراء أكثر بساطة وهو استخدام جدول الأرقام العشوائية جدول 2. بحيث نجد في هذا الجدول 100 عدد متكون من رقمين خصص منهم 23 للحدث (وصول صفر سيارة)، 30 للحدث (وصول سيارة واحدة)، 30 للحدث (وصول سيارتين)...الخ. حيث أن فرصة تحقيق عدد متكون من رقمين هي 1/100 فإن احتمال (وصول صفر سيارة) هو 23/100 أو 0.23 وذلك كما يظهر في الجدول التالي.

جدول مجالات الأرقام العشوائية

عدد السيارات التي تصل يوميا	الأعداد العشوائية	التكرار
0	00 إلى 22	0.23
1	23 إلى 52	0.30
2	53 إلى 82	0.30
3	83 إلى 92	0.10
4	93 إلى 97	0.05
5	97 إلى 99	0.02
المجموع	**-**	**1**

ويمكن الآن أن نقوم بمحاكاة عملية الانتظار كما يظهر في الجدول 4. ونبدأ العملية بثلاثة أيام (علامة س). ولليوم الأول فإن الرقم العشوائي من الجدول 2 هو 97. وحيث أن هذا الرقم الأخير يقابل الحدث (وصول أربعة سيارات) في جدول 3 فإننا نضع الرقم 4 في العمود الثالث. ومن هذه السيارات الأربعة فإنه يمكن تفريغ سيارتين، ويؤجل تفريغ السيارتين الأخيرتين إلى اليوم التالي. والرقم العشوائي لليوم الثاني هو 02 من الجدول 2. وهذا يعني أنه لن تصل سيارات هذا اليوم وتفرغ السيارتين من اليوم السابق. ونستمر بنفس الطريقة في إكمال الجدول التالي.

جدول محاكاة نظام خط الانتظار أو الصفوف

اليوم	الرقم العشوائي	عدد السيارات التي تصل يوميا	عدد السيارات الواجب تفريغها	عدد السيارات التي تم تفريغها	عدد السيارات المؤجل تفريغها إلى اليوم التالي
س	97	4	4	2	2
س	02	0	2	2	0
س	80	2	2	2	0
1	66	2	2	2	0
2	96	4	4	2	2
3	55	2	4	2	2
4	50	1	3	2	1
5	29	1	2	2	0
6	58	2	2	2	0
7	51	1	1	1	0
8	04	0	0	0	0
9	86	3	3	2	1
10	24	1	2	2	0
11	29	1	1	1	0
12	47	1	1	1	0
13	60	2	2	2	0
14	65	2	2	2	0
15	44	1	1	1	0
16	93	4	4	2	2
17	20	0	2	2	0
18	86	3	3	2	1
19	12	0	1	1	0
20	42	1	1	1	0
21	29	1	1	1	0
22	26	1	1	1	0

0	0	0	0	01	23
0	1	1	1	41	24
0	2	2	2	54	25
0	2	2	2	68	26
0	0	0	0	21	27
0	2	2	2	53	28
1	2	3	3	91	29
0	2	2	1	48	30
0	1	1	1	26	31
0	2	2	2	55	32
0	2	2	2	70	33
0	1	1	1	28	34
0	1	1	1	26	35
3	2	5	5	98	36
2	2	4	1	50	37
4	2	6	4	95	38
5	2	7	3	92	39
5	2	7	2	67	40
4	2	6	1	24	41
4	2	6	2	76	42
4	2	6	2	64	43
2	2	4	0	02	44
2	2	4	2	52	45
0	2	2	0	16	46
0	0	0	0	16	47
0	2	2	2	55	48
0	2	2	2	54	49
0	1	1	1	23	50
45			**79**		المجموع
0.90			**1.58**		المتوسط

ويعبر هذا الجدول عن المحاكاة لعمليات 50 يوما (بالإضافة إلى الثلاثة أيام التي بدأنا بها). وخلال معظم الفترة فإن التأخر كان بسيطا جدا، وإن كان التأخر بدأ يزيد نسبيا من بداية اليوم 36 وقد زاد متوسط عدد السيارات التي تصل يوميا خلال فترة العينة الزمنية (1.58) قليلا عن المتوسط اليومي المتوقع (1.50). ومن الجدول 4 يتضح أن متوسط العطل اليومي هو 0.90 سيارة. وللحصول على نتائج أدق، فيمكن القيام بالمحاكاة لعدد أكبر من الأيام.

وأخيرا فإنه يمكن استخدام نموذج المحاكاة كما استخدمنا النموذج الرياضي لخطوط الانتظار في البحث الماضي في مقارنة تأثير البدائل على وقت الانتظار والتكلفة. وعلى سبيل المثال فإنه يمكننا في هذه الحالة أن نقارن العطلات في ظل معدل الخدمة الحالية (سيارتين في كل يوم) بمعدل خدمة 3 سيارات يوميا. كما يمكنا أن ندرس مشكلة إضافة محطة أو محطتين للمحطة الموجودة.

استعمال أسلوب المحاكاة في تحليل الخطر:

عند القيام بدراسة قرار متعلق باستثمار رأسمالي رئيسي –كإضافة سلعة جديدة إلى خط المنتجات الحالي– نجد أن نجاح هذا الاستثمار يتوقف على عدة عوامل تتصف بعدم التأكد. ومن العوامل نجد:

- تقديرات حجم السوق.
- نصيب الشركة من سوق السلعة.
- معدل نمو السوق.
- تكلفة إنتاج السلعة.
- سعر البيع.
- حياة السلعة أو المدة التي سيستمر فيها الطلب على السلعة.
- تكلفة المعدات والآلات المطلوبة لإنتاج السلعة الجديدة.

والإجراء المتبع في هذه الحالة هو الوصول إلى (أفضل تقدير) لكل من هذه العوامل غير المؤكدة ثم حساب أحد مقاييس الربحية مثل صافي القيمة أو معدل العائد الداخلي للمشروع.

مع العلم أن صافي القيمة الحالية مبين في العلاقة التالية:

$$VAN = \sum_{i=1}^{n} F_i \, (1/(1+R))^{i} - I$$

مع:

F_i : تمثل التدفقات النقدية.

I : الاستثمار الأصلي.

R : سعر الخصم أو سعر الفائدة.

N : فترة حياة المشروع.

أما معدل العائد الداخلي فهو ذلك المعدل R الذي يترتب عليه أن يكون صافي القيمة الحالية مساويا للصفر.

إلا أن هناك عيوبا أساسية لهذا المدخل:

- ليس هناك ضمان بأن استخدام أفضل التقديرات سيزودنا بالربحية الحقيقية المتوقعة للمشروع.
- ليس هناك أي طريقة لقياس الخطر المرتبط بالاستثمار.

وهذا معناه أن المدير ليست له أي وسيلة لتحديد احتمالات أن المشروع سيترتب عنه أي خسارة أو احتمالات تحقيق أرباح معينة.

والمدخل العام يكون بتخصيص توزيع احتمالي تحكمي لكل عنصر غير معروف ثم تجميع هذه الاحتمالات باستخدام مدخل محاكاة مونت كارلو في توزيع احتمالي واحد لربحية المشروع ككل. ويمكن توضيح هذا المدخل بمثال بسيط.

مثال:

تواجهنا مشكلة تسويق منتج جديد، والاستثمار المطلوب عبارة عن 5000 وحدة نقدية، وهناك ثلاثة عوامل غير مؤكدة: **سعر البيع، التكلفة المتغيرة، وحجم المبيعات السنوي.** والفترة التسويقية للسلعة هي عام واحد فقط. ويظهر الجدول 5 المستويات المختلفة لهذه العوامل مع الاحتمالات المقدرة لكل منها. وسنفرض أن العوامل الموجودة بالجدول مستقلة إحصائيا. وهذا الافتراض له أهمية كبرى حيث أنه في حالة عدم توفر هذه الفرضية فلابد من تعديل المحاكاة لتتضمن التابعية الاحتمالية التي نعتقد أنها مناسبة.

ولبساطة هذا المثال، فإنه من الممكن استخدام (شجرة القرار) في حساب النواتج واحتمالاتها، وفي هذه الحالة يلزمنا 27 ناتجا فقط (3x3x3= 27). ولكن في المشاكل الواقعية قد يكون لدينا العديد من العوامل غير المؤكدة ولكل منها 20 أو 30 مستوى. ويكون لدينا في النهاية مليون ناتج محتمل وهذا على سبيل المثال. وفي مثل هذه الظروف يمكن استخدام أسلوب المحاكاة في تحديد كل من الربح المتوسط للاستثمار ودرجة الخطر. ويكون ذلك في صورة احتمال الحصول على المستويات المختلفة من الربح.

جدول العوامل الموجودة في مثال تحليل الخطر

سعر البيع	الاحتمال	التكلفة المتغيرة	الاحتمال	حجم المبيعات	الاحتمال
4	0.30	2	0.10	3000	0.20
5	0.50	3	0.60	4000	0.40
6	0.20	4	0.30	5000	0.40

ونحتاج أولا وقبل كل شيء إلى التوصل إلى قيم عشوائية لعناصر الجدول 5 طبقا للاحتمالات المذكورة. وكما سبق، فإننا نربط الأرقام العشوائية المختلفة بالنواتج المختلفة كما يظهر في الجدول التالي.

جدول تخصيص الأرقام العشوائية المختلفة

سعر البيع	الأرقام العشوائية	التكلفة المتغيرة	الأرقام العشوائية	حجم المبيعات	الأرقام العشوائية
4	(29-00)	2	(09-00)	3000	(19-00)
5	(79-30)	3	(69-10)	4000	(59-20)
6	(99-80)	4	(99-70)	5000	(99-60)

والخطوة الأولى في المحاكاة هي التوصل إلى أرقام عشوائية من جدول الأرقام العشوائية وبالتالي تحديد السعر والتكلفة وحجم المبيعات. وبمجرد تحديد هذه العناصر يمكن حساب الربح كالتالي:

الربح= (السعر – التكلفة) x حجم المبيعات – 5000

ونكرر هذه العملية عدد كبير من المرات للتوصل إلى عدد كبير من قيم الربح. والجدول6 يظهر عينة من 25 محاولة لا تعتبر كافية للتوصل إلى تقدير دقيق لمتوسط الربح أو التوزيع الاحتمالي للأرباح. لذلك ولأغراض الشرح نستخدم نتائج 25 محاولة فقط.

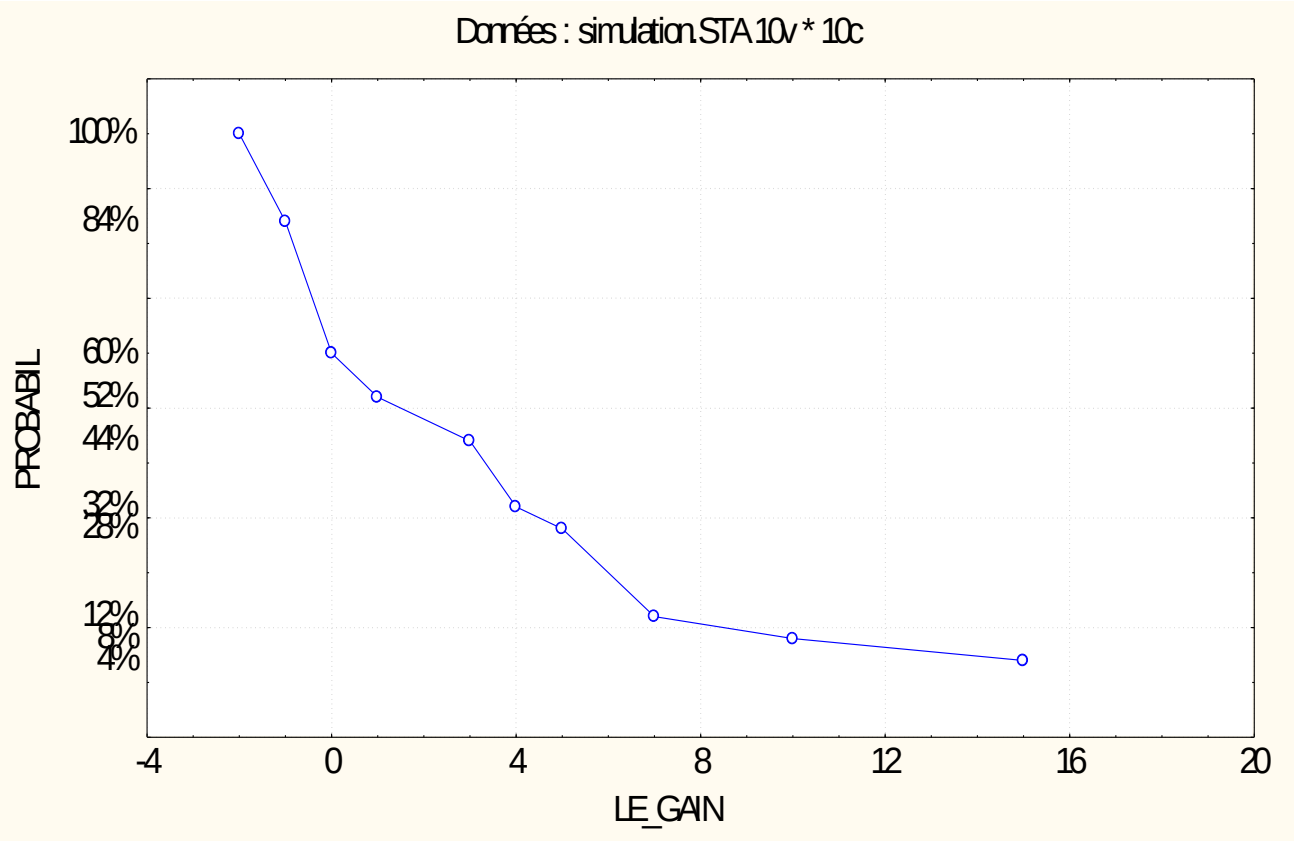
جدول تحليل الخطر ل 25 محاولة

المحاولة	الرقم العشوائي	السعر	الرقم العشوائي	التكلفة	الرقم العشوائي	حجم المبيعات (آلاف الوحدات)	الأرباح (آلاف الوحدات)
1	81	6	02	2	60	5	15
2	04	4	46	3	31	4	-1
3	67	5	25	3	24	4	3
4	10	4	40	3	02	3	-2
5	39	5	68	3	08	3	1
6	59	5	66	3	90	5	5
7	12	4	64	3	79	5	0
8	31	5	86	4	68	5	0
9	82	6	89	4	80	5	5
10	11	4	62	3	16	3	-2
11	36	5	59	3	18	3	1
12	82	6	13	3	35	4	7
13	43	5	62	3	20	4	3
14	73	5	86	4	13	3	-2
15	67	5	00	2	79	5	10
16	37	5	85	4	24	4	-1
17	18	4	37	3	52	4	-1
18	16	4	17	3	32	4	-1
19	02	4	29	3	02	3	-2
20	12	4	08	2	59	4	3
21	80	6	40	3	07	3	4
22	32	5	74	4	56	4	-1
23	57	5	55	3	77	5	5
24	70	5	81	4	47	4	-1
25	61	5	32	3	62	5	5
المجموع							**53**
المعدل							**2.12**

ويلاحظ أن متوسط الأرباح هو 2120 وحدة نقدية، وإذا استخدمنا أسلوب تحليلي فاستعملنا قيمة واحدة لكل عنصر (الأكبر احتمالا للحدوث)، فإن تقديرنا للربح سيكون:

(أكثر الأرباح توقعا)= (4000) x(3-5) – 5000= 3000 وحدة نقدية. ولكن يلاحظ أن هذا المدخل يغالي كثيرا في الأرباح المتوقعة من الاستثمار.

وبسبب بساطة هذه الحالة فيمكن حساب الأرباح المتوقعة لهذه الحالة (وزن أرباح 27 ناتجا بالاحتمالات المختلفة) لتكون 2140 وحدة نقدية، ويتضح من ذلك أن العينة المكونة من 25 محاولة لا تعطينا نفس النتائج وإنما قريبة منها وكلما زدنا عدد المحاولات كلما دنونا من النتيجة. وعلى كل فإن حساب الأرباح المتوقعة لا يلقي الضوء على الخطر الذي يرتبط بالاستثمار، في حين أن مجموعة النواتج لعينة مكونة من 25 محاولة تظهر أن هناك خسائر في بعض الحالات وإحدى الطرق التي يمكن استخدامها في إظهار الخطر من النتائج (تحليل الخطر) هي في ترتيب الأرباح وإعداد رسم بياني لدالة عينة الاحتمالات المجمعة.



ويظهر من الشكل السابق أن هناك فرصة مقدارها 0.60 للحصول على ربح يساوي أو أكبر من الصفر بمعنى أن هناك خطر تحقيق خسارة مقداره 0.40 وهناك فرصة مقدارها 0.28 للحصول على 5000 وحدة نقدية، وأخيرا ليست هناك أي فرصة للحصول على أكثر من 15000 وحدة نقدية.

IV- صيانة الآلات وتحليل المحاكاة:

نقوم في هذا المثال بتحليل سياستين بديلتين لإحدى الآلات الصيانة، أو الإحلال. ويتناول الموضوع جزئين هما س1 و س2 واللذين يمثلان قطع غيار لهذه الآلة واختيار إحدى السياستين ضروري لاستمرار تشغيل الآلة أو أنها سوف تتوقف. والأجزاء المطلوب إحلالها (س1، س2) تكلفتهما 20 و 30 وحدة نقدية على التوالي. بالإضافة إلى ذلك، فإن الأمر يتطلب يوما واحدا لإحلال س1، وثلاثة أيام لإحلال س2. وإذا تم إحلال الجزئين في نفس الوقت، فإن الزمن اللازم يكون يومين فقط. وتبلغ تكلفة التوقف 50 وحدة نقدية لكل يوم نتيجة عدم الإنتاج. وهناك بعد آخر يعقد المشكلة إلى حد ما، وهو أن الحياة الإنتاجية المقدرة لكل من الجزئين (عندما يكونا جديدين) تعتبر متغيرا عشوائيا. افترض أن ل1 و ل2 تمثل المتغيرات العشوائية لفترة الحياة. وتظهر فيما يلي الاحتمالات الخاصة بفترة الحياة لكل من الجزئين.

احتمالات فترات الحياة لكل من المكونين

ل1		ل2	
الفترة	**الاحتمال**	**الفترة**	**الاحتمال**
10 أيام	0.20	15 يوما	0.35
20 يوم	0.50	20 يوما	0.65
30 يوم	0.30		

وقد تم حساب هذه الاحتمالات من السجلات التاريخية، وذلك على أساس إخفاق كل من الجزئين في الفترات الماضية.

على سبيل المثال، 20% من الجزء س1 تلفت في 10 أيام، 50% منها تلفت في 25 يوما، و 30% تلفت في 30 يوما.

ولقد أخذنا في الاعتبار سياستين للإحلال:

- السياسة الأولى: إحلال كل جزء عندما يتلف.
- السياسة الثانية: إحلال كلا المكونين حينما يتلف أي منهما.

والمشكلة تكمن في تحديد أي سياسة يجب إتباعها لكي يصل متوسط التكلفة اليومي إلى أدنى مقدار ممكن في المدى الطويل.

الحل:

هذا النوع من المشاكل والتي يمكن حلها تحليلا بنموذج رياضي قد يتطلب بعض التحليل الرياضي التفصيلي. وعلى كل حال، لكي نطبق أسلوب المحاكاة، فإننا سوف نقوم بمحاكاة الآلة على مدار الزمن في ظل كل من السياستين وأن نختار السياسة الأدنى تكلفة.

لكي نقوم بمحاكاة تشغيل الآلة فإننا نحتاج إلى طريقة لتحديد الحياة الإنتاجية لكل مكون. ولذلك سوف نستخدم جدول الأرقام العشوائية. وسوف نستخدم الجدول السابق.

ولعل من المفيد أن نعيد ترتيب البيانات بطريقة تجعلنا مرتبطة بالأرقام العشوائية، بمعنى أننا سوف نخصص لكل مدى من الاحتمالات مجموعة الأرقام العشوائية التي تقابل هذا المدى. وتظهر البيانات المطلوبة كما يلي:

فترة حياة الجزء (س1)

الاحتمال	مدى الأرقام العشوائية	ل1
%20	من 00 إلى 19	10
%50	من 20 إلى 69	25
%30	من 70 إلى 99	30

فترة حياة الجزء (س2)

الاحتمال	مدى الأرقام العشوائية	ل2
%35	من 00 إلى 34	15
%65	من 35 إلى 99	20

وسوف تكون طريقة عملنا كالتالي: عند نقطة البدء نختار الأرقام العشوائية بترتيب لا يتم تغييره. فنبدأ مثلا من العمود الرابع الصف الأول. وكلما أردنا تحديد حياة جزء معين نختار رقما ثم نحدد الحياة الإنتاجية لهذا الجزء على أساس الفترة التي تقابل المدى الذي يقع فيه هذا الرقم. ونبدأ باستخدام الأرقام من الأعلى إلى الأسفل، وأول رقم يكون مقابلا لأول حدث ثم الذي يليه للحدث الثاني، وهكذا.

وسوف نستخدم الجدول التالي لبيان مراحل الإحلال حيث يوضح:

العمود الأول: الأرقام المتسلسلة للأحداث التي تمت.

العمود الثاني: التوقيت ويبدأ من نهاية اليوم صفر إلى نهاية اليوم الذي ينم فيه آخر حدث.

العمودان الثالث والرابع: يختصان بإحلال الجزء س1 حيث يوضح في العمود الثالث الرقم العشوائي، وفي الرابع فترة الحياة التي تقابله.

العمودان الخامس والسادس: يختصان بإحلال الجزء س2.

العمود السابع: الحدث الذي تم.

العمود الثامن: التكلفة (تكلفة الأجزاء + تكلفة توقف الإنتاج).

العمودان التاسع والعاشر: يتحدد فيهما التاريخ الذي يستبدل فيه الجزء ويختص العمود التاسع للجزء س1، بينما يخصص العمود العاشر للجزء س2.

نلاحظ أن التكاليف الإجمالية ل 132 يوم مقدرة ب 1150 وحدة نقدية وبالتالي متوسط التكلفة اليومي هو: 8.71=1150/1320 وحدة نقدية.

جدول توقيت وتكلفة الإحلال وفقا للسياسة الأولى

رقم الحدث	التوقيت نهاية اليوم	إحلال س1		إحلال س2		الحدث (تلف)	التكلفة (وحدة نقدية)	تاريخ استبدال الجزء الذي يتلف أولا	
		ر1	ل1	ر2	ل2			س1	س2
1	صفر	11	10	91	20	لا يوجد	00	10	-
2	10	99	30	-	-	س1	70	-	21
3	21	-	-	57	20	س2	180	44	44
4	44	28	25	61	20	س1+س2	150	-	66
5	66	-	-	70	20	س2	180	74	-
6	74	33	25	-	-	س1	70	-	90
7	90	-	-	91	20	س2	180	103	-
8	103	67	25	-	-	س1	70	-	114
9	114	-	-	97	20	س2	180	132	-
10	132					س1	70		
							1150		

جدول توقيت وتكلفة الإحلال وفقا للسياسة الثانية

رقم الحدث	التوقيت نهاية اليوم	إحلال س1		إحلال س2		الحدث (تلف)	التكلفة (وحدة نقدية)	تاريخ استبدال الجزء الذي يتلف أولا	
		ر1	ل1	ر2	ل2			س1	س2
1	صفر	11	10	91	20	لا يوجد	00	10	-
2	10	99	30	57	20	س1	150	-	32
3	32	28	25	61	20	س2	150	-	54
4	54	70	30	33	15	س2	150	-	71
5	71	91	30	67	20	س2	150	-	93
6	93	61	25	11	15	س2	150	-	110
7	110	50	25	86	20	س2	150	-	132
8	132	86	30	25	15	س2	150	-	149
9	149					س2	150		
المجموع							1200		

ملاحظات فيما يخص جدول السياسة الثانية:

يوجد فارق مهم جدا بين الجدولين في توقيت الإحلال، ويرجع ذلك إلى أننا في السياسة الثانية نقوم بإحلال الجزئين معا َذا تلف أحدهما. ومعنى ذلك أن الجزء الذي لم يتلف يتم إحلاله أيضا، وبذلك لا يستمر طوال فترة حياته الإنتاجية المقدرة. وعلى ذلك يجب أن نقدم لكم إرشادا مختلفا لكيفية تحديد تاريخ الإحلال. ونوضح لكم هذه الإرشادات وفقا لترتيب السطور التالية:

1- واضح أنه سيتم الإحلال بعد 10 أيام نظرا لأن حياة س1 سوف تنتهي في ذلك التوقيت.

2- تم إحلال الجزئين وحددت فترة الحياة الإنتاجية تبعا للأرقام العشوائية حسب الترتيب. ولكن كيف حددنا تاريخ التوقف والإحلال التالي:

تاريخ إحلال س1= توقيت الإحلال السابق + أيام التوقف للإحلال + فترة الحياة(ل1)= 42.

تاريخ إحلال س2= توقيت الإحلال السابق + أيام التوقف للإحلال + فترة الحياة(ل2)= 32.

ويتم الإحلال في نهاية اليوم 32 حيث يتوقف س2 أولا. وهكذا بالنسبة لباقي الصفوف.

ومن الملاحظ أن مجموع التكاليف خلال 149 يوم هو 1200 وحدة نقدية ومعدل التكلفة اليومي هو: 8.05 وحدة نقدية. وبالتالي السياسة الثانية أحسن من ناحية التكاليف.

استخدام المحاكاة في الرقابة على المخزون:

تفترض نماذج المخزون في ظل ظروف التأكد أن كل من الطلب على المنتج والوقت اللازم لإعادة الطلب محدد وثابت على الرغم من أن الواقع العملي يشير إلى غير ذلك ومن ثم يصبح تحليل المحاكاة لمثل هذا الموقف هام للغاية. وفي هذا الجزء سوف نتعرض لأحد مشاكل المخزون لأحد مخازن التجزئة، حيث يرغب المدير في تحديد حجم الطلبية ونقطة إعادة الطلب لأحد المنتجات والتي يتصف الطلب اليومي عليها بأنه غير مؤكد. ويرغب مدير المخازن في إجراء عدد من محاولات المحاكاة لكل من حجم الطلبية ونقطة إعادة الطلب، وذلك بهدف تدنية التكلفة الكلية للمخزون لهذا المنتج، ولقد استطاع مدير المخازن من خلال متابعة 300 يوم للمبيعات من

المنتج أن يتعرف على نمط المبيعات، وتحويل التكرارات إلى احتمالات كما هو موضح في الجدول التالي:

الطلب على المنتج	التكرارات	الاحتمال	المدى من الأرقام العشوائية
صفر	15	0.05	0 إلى 4
1	30	0.10	5 إلى 14
2	60	0.20	15 إلى 34
3	120	0.40	35 إلى 74
4	45	0.15	75 إلى 89
5	30	0.10	90 إلى 99
المجموع	**300**	**1**	

يشير الواقع أيضا إلى أن طلب كميات أخرى من المنتج تحتاج إلى يوم واحد أو يومين لكي تصل إلى المخازن، ويوضح الجدول اللاحق الاحتمالات والمدى من الأرقام العشوائية لإعادة الطلب والأزمنة اللازمة له:

الوقت المطلوب بالأيام	التكرارات	الاحتمال	المدى من الأرقام العشوائية
صفر	10	0.20	0 إلى 19
1	25	0.50	20 إلى 69
2	15	0.30	70 إلى 99
	50	1	

والآن إذا ما رغب مدير المخازن في محاكاة حجم الطلبية يقدر ب10 وحدات وبنقطة إعادة الطلب تبلغ 5 وحدات. فمعنى ذلك أنه إذا بلغ حجم المخزون من المنبع في يوم ما 5 وحدات أو أقل، كان المدير سيطلب من المورد طلبية جديدة قدرها 10 وحدات، فإذا كان الوقت اللازم لوصول الطلبية يبلغ يوم واحد، فمعنى ذلك أن الطلبية الجديدة لن تصل صباح اليوم

التالي بل ستصل في صباح بعد غد.. وهكذا. إن عملية محاكاة رصيد المخزون وحجم الطلبية ونقطة إعادة الطلب يمكن أن تمر بالخطوات التالية:

1- نبدأ المحاكاة كل يوم للتأكد من أن الكمية المطلوبة قد وصلت بالفعل فإذا كان ذلك صحيحا، نضف الكمية المطلوبة إلى رصيد المخزون (10 وحدات في مثالنا).

2- تحديد الطلب اليومي وذلك باختيار رقما عشوائيا.

3- حساب مخزون آخر الفترة (آخر اليوم) والذي يعادل رصيد المخزون في البداية (بداية اليوم) – الطلب اليومي. فإذا كان المخزون المتاح غير كافي لمواجهة الطلب، نحاول مقابلة الطلب بقدر الإمكان، ثم نحسب مقدار المبيعات الضائعة أو المفقودة، نتيجة عدم كفاية الرصيد.

4- تحديد اليوم الذي يصل فيه مستوى المخزون إلى نقطة إعادة الطلب (5 وحدات في مثالنا)، فإذا ما كان رصيد المخزون قد وصل إلى نقطة إعادة الطلب أو أقل منها نقوم بإصدار أمر بطلبية جديدة. ثم نقوم بمحاكاة الوقت اللازم لوصول الطلبية الجديدة وذلك باختيار رقما عشوائيا.

وبتطبيق الخطوات السابقة نتحصل على النتائج الواردة في الجدول التالي:

المحاولة الأولى للمحاكاة لحجم طلبية يبلغ **10** وحدات،

ونقطة إعادة طلب **5** وحدات

الأيام	الوحدات التي تم استلامها	رصيد المخزون في البداية	الأرقام العشوائية	الطلب	مخزون آخر المدة	المبيعات الضائعة	إصدار أمر	الرقم العشوائي	الوقت اللازم لوصول الطلبية
1	-	10	13	1	9	0	لا		
2	0	9	22	2	7	0	لا		
3	0	7	63	3	4	0	نعم	63	1
4	0	4	23	2	2	0	لا		
5	10	12	18	2	10	0	لا		
6	0	10	32	2	8	0	لا		
7	0	8	21	2	6	0	لا		
8	0	6	13	1	5	0	نعم	06	0
9	10	15	10	1	14	0	لا		
10	0	14	97	5	9	0	لا		
					64	0			

يوضح الجدول السابق بعض النتائج الهامة لمتخذ القرار منها:

- متوسط مخزون آخر المدة = $\frac{64 \text{ وحدة}}{10 \text{ أيام}}$ = **6.4 وحدة / اليوم.**

- متوسط المبيعات المفقودة = 0

- متوسط عدد أوامر الشراء = $\frac{\text{أمرين}}{10 \text{أيام}}$ = **0.2 أمر / اليوم**

تساعد النتائج السابقة في دراسة تكاليف المخزون، وسياسة المحاكاة التي تم إتباعها. ولتوضيح ذلك لنفترض أن تكلفة إصدار أمر الشراء تبلغ 10 وحدات نقدية، وأن تكلفة المبيعات الضائعة تبلغ 8 وحدات نقدية لكل وحدة، وتكلفة تخزين للوحدة هي 0.5 وحدة نقدية. مثل هذه سوف تساعد متخذ القرار في حساب تكلفة المخزون اليومية. دعنا الآن نوضح ذلك:

– تكلفة الأمر اليومي = تكلفة إصدار الأمر x عدد الأوامر الصادرة في اليوم الواحد.

= 10 x 0.2 = 2 وحدات نقدية.

– تكلفة الاحتفاظ اليومي بالمخزون = تكلفة التخزين للوحدة x متوسط مخزون آخر المدة.

= 0.5 x 6.4 = 3.2 وحدة نقدية.

– تكلفة المخزون اليومية = تكلفة الأمر اليومي + تكلفة التخزين اليومية + تكلفة نفاذ المخزون.

= 2 + 3.2 + 0 = 5.2 وحدات نقدية.

أخيرا في نهاية هذا التحليل دعنا نثير تساؤلا هاما: هل تكفي محاولة واحدة للمحاكاة لاستخلاص نتائج دقيقة عن سياسة المخزون وتكلفتها؟ الإجابة في الواقع بالنفي، بل يجب أن تتم مئات المحاولات أو آلاف المحاولات. فالقاعدة عموما تشير إلى أنه كلما زاد عدد المحاولات اقتربنا أكثر من التقديرات الدقيقة للسياسة أو المشكلة محل الدراسة. ويظهر هنا بوضوح دور الحاسبات

الإلكترونية في إجراء عدد كبير من المحاولات في وقت قصير للغاية، ومن البرامج المعدة خصيصا لهذا الغرض برنامج SIMFACTORY، EXCEL، MAP11، SLAM11.

خلاصة الفصل

المحاكاة هي أداة تلقى قبولا من المديرين للعديد من الأسباب منها:

- المحاكاة أسلوب يتصف بأنه مباشر ومرن.
- تستخدم المحاكاة لتحليل الكثير من الحالات المعقدة في الواقع العملي، والتي يصعب حلها باستخدام نماذج إدارة العمليات.
- يمكن من خلال المحاكاة استخدام أي توزيعات احتمالية يمكن للمستخدم تحديدها وليس من الضروري الاقتصار على توزيعات محددة.
- اختصار الوقت، فمن خلال الحاسبات الآلية يمكن إجراء المحاكاة واختصار السنين إلى أيام وأسابيع.
- تسمح المحاكاة بإثارة التساؤلات من النوع ماذا يحدث لو؟ مما يساعد المدير في الاختيارات الأكثر جاذبية وقبولا.
- تتيح المحاكاة فرصة لتجربة العديد من الأدوات والوسائل والسياسات قبل تنفيذها في الواقع.
- تسمح المحاكاة بتحديد ودراسة الآثار المتبادلة للمكونات أو المتغيرات بالشكل الذي يسمح بتحديد أكثرها أهمية للنظام.

وعلى الرغم من المزايا السابقة، وقبول المحاكاة كأداة لدراسة المشاكل وتطوير حلول متقدمة لها، فإنها لا تخلو من جوانب قصور عديدة منها:

- تتطلب نماذج المحاكاة الجيدة تكاليف مرتفعة، وقد تستغرق سنوات لتصميمها وبنائها.
- لا تقدم المحاكاة حلولا مثلى للمشاكل مثل أسلوب البرمجة الخطية مثلا، إذ أنها أسلوب يقوم على التجربة والخطأ، ومن ثم يتولد لدعم المحاكاة حلولا عدة مع كل محاولة.

- نماذج المحاكاة لا تولد حلولا من ذاتها، بل على المدير أن يحدد الظروف والقيود التي يرغب في اختبارها.
- يمثل كل نموذج للمحاكاة أسلوبا منفردا، ومن ثم لا يمكن تحويل الحلول والاستدلالات من نموذج تصميم لمشكلة معينة إلى مشكلة أخرى.

المراجع

1- ابراهيم نائب وأنعام باقية بحوث العمليات خوازميات وبرامج حاسوبية دار وائل للنشر 1999

2- أحمد فهي جلال مقدمة في بحوث العمليات و العلوم الإدارية.

3- السعدي رحال بحوث العمليات

4- اليمين فالته بحوث العمليات الجزء الأول إيتراك للطباعة والنشر الجزائر 2006

5- بوقرة رابح بحوث العمليات الجزء الأول مع دراسة حالة جامعة المسيلة الجزائر 2010-2009

6- حسين عطأ غنيم بحوث العمليات (2).

7- حسين عطا غنيم (بحوث العمليات -2-) جامعة القاهرة 1993.

8- جلال إبراهيم العبد (إدارة الإنتاج والعمليات –مدخل كمي-) الدار الجامعية الاسكندرية 2002.

9- عبد القادر طاليس وياسين العايب بحوث العمليات عمليات ومسائل محلولة

10- كمال خليفة أبوزيد وناصر نور الدين (بحوث العمليات في المحاسبة) الدار الجامعية الابراهيمية 2001

11- محمّد راتول بحوث العمليات ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر 2004

12- Abdelmalek Chelihi La gestion des stocks..

13- Boualem BENMAZOUZ Recherche opérationnelle de gestion.

14- Gérard Desbazeeille exercices et problème de recherche opérationnelle

15- Mohamed Said BELACEL La gestion des stocks..