

## استخدام أساليب المحاكاة لنمذجة قرارات المخزون في المؤسسة الصناعية -دراسة حالة مؤسسة مطاحن الحضنة -

د/بن بركة الزهرة

جامعة بسكرة

د/ حجاب عيسى

جامعة مسيلة

### الملخص :

### Abstract :

Inventory models are usually used to determine the optimum demand and the demand reorder point by minimizing the total cost of the stock to match the quantity of production with the demands of the customers, but often these models can not be applied if the demand for inventory is random and unstable, The only way to achieve accurate, correct, flexible and economical results is to use the simulation method..

Key words: modeling, simulation, Monte Carlo method, the crystal ball program

عادة ما يتم استخدام نماذج المخزون لتحديد كمية الطلب المثلى ونقطة إعادة الطلب، من خلال تلبية التكلفة الكلية للمخزون للتوفيق بين كمية الإنتاج وطلبات الزبائن، لكن في أحيان كثيرة لا يمكن تطبيق تلك النماذج إذا اتسم الطلب على المخزون بالعشوائية وعدم الاستقرار، لتبقى المحاكاة هي الطريقة الوحيدة في مثل هذه الحالة حيث تمكن من الحصول على نتائج دقيقة وصحيحة ومرنة واقتصادية يمكن الاعتماد عليها، حيث يمكن من خلال هذه الدراسة تحسين نظام المخزون للمؤسسة محل الدراسة باستخدام المحاكاة.

الكلمات المفتاحية: نمذجة، محاكاة،

طريقة مونت كارلو، برنامج الكرة الكريستالية.

## مقدمة

يعتبر المخزون موارد عاطلة، كان يمكن أن تستخدم في زيادة الإنتاج ولكنها تستخدم للحماية من الظروف غير المتوقعة مثل الحاجة إلى قطع الغيار لمواجهة التلف المفاجئ لبعض أجزاء الآلات في المصنع أو الطلب غير المنتظم على منتج معين من المستهلكين أو التوريد غير المنتظم للمواد الأولية بسبب الإنتاج الموسمي لها أو بسبب سوء الحالة الجوية... الخ.

ويستخدم المخزون كذلك لتخفيض تكلفة الطلبات أو للاستفادة من الخصم على المشتريات بكميات كبيرة أو للحماية من زيادة الأسعار... الخ ويمكن التعرف على طبيعة مشكلة التخزين بالنظر إلى موقف مدير الإنتاج والمبيعات في مؤسسة معينة والذي يعمل على زيادة كمية المخزون من المواد الولية والمواد المصنعة وقطع الغيار... الخ، بينما يرى المدير المالي أن خفض مستويات المخزون يعني انخفاض تكلفة التخزين والاستفادة من الموارد الموجهة للمخزون ويهتم القرار في هذه الحالة بالموازنة بين تكلفة التخزين وتكلفة تعطل الآلات وبالتالي تعطل الإنتاج أو فقد المبيعات... الخ

كما تتطلب عملية مراقبة وضبط المخزون المتابعة المستمرة والدائمة له، الأمر الذي سيضمن بقاء المؤسسة واستمراريتها من خلال الموازنة بين الطلبات (عمليات السحب) للعملية الإنتاجية من جهة والتسويقية من جهة أخرى. وفي احيان كثيرة تجد المؤسسة مشاكل معقدة يصعب معها إيجاد نموذج للمخزون، خاصة اذا اتسم الطلب عليه بالعشوائية وعدم الاستقرار، ويكون في معظم الأحيان صعبا وباهظ التكاليف ويحتوي على شيء من المخاطر في أحيان أخرى، وتقوم في هذه الحالة بمحاكاة النظام وتقوم بعدها بإجراء التجارب والاقتراحات على هذا النموذج دون المساس بالنظام ثم تستفيد من النتائج التي تحصل عليها لتطبيقها على ذلك النظام. فالمحاكاة هي تقليد أو مضاهاة خصائص وسمات النظام الحقيقي وتبني فكرتها الأساسية على تقليد الموقف في عالم الواقع باستخدام النموذج الرياضي.

من خلال ما سبق يمكن طرح إشكالية بحثنا في السؤال التالي:

**كيف يمكن نمذجة قرارات المخزون باستخدام أساليب المحاكاة؟**

هذا ما سنحاول الإجابة عليه من خلال هذه الدراسة التطبيقية والتي تمت في مؤسسة مطاحن الحضنة بولاية المسيلة التابعة لشركة الرياض سطيف، أين تم الحصول على

المعلومات من مختلف المديریات والمصالح إضافة إلى مقابلة المسؤولين والتحاور معهم. وبغرض تحليل هذا الموضوع تم تقسيم هذا البحث إلى المحاور التالية:

- 1- مفهوم المخزون وأهميته؛
- 2- المركبات الأساسية لضبط ومراقبة المخزون؛
- 3- أساليب المحاكاة؛
- 4- محاكاة مشكلة التخزين في مؤسسة مطاحن الحنطة.

### 1- مفهوم المخزون وأهميته:

**1-1- مفهوم المخزون:** يعرف المخزون انه "المخزون هو عبارة عن المواد المخزنة بغرض البيع أو التصنيع أو التي لم تستعمل بعد"<sup>1</sup>، وهو "ملكية مادية (لموسة) يحتفظ بها للبيع في سير العمل العادي أو في عملية الإنتاج المعد للبيع أو استهلاك في إنتاج السلع أو الخدمات للبيع، كما يحتوي على أجهزة الصيانة والاستهلاكات والمكانن الاحتياطية"<sup>2</sup>.

كما تعني كلمة مخزون "الموجودات المادية من المواد أو السلع أو مصادر اقتصادية أخرى محفوظة أو مخزنة أو متاحة لأجل تغطية الاحتياجات الحالية والمستقبلية في مؤسسة ما عند أدنى تكلفة للأموال أو لرأس المال الجامد في شكل مواد أو سلع"<sup>3</sup>.

يتضح من التعريفات السابقة المختلفة، أنه لا يوجد اتفاق على تعريف موحد متفق عليه، إلا أن هناك بعض الأساسيات التي كانت مشتركة وهي:

- المخزون شيء مادي ملموس له قيمة؛
  - تحتفظ المؤسسة بالمخزون ولو لفترة قصيرة؛
  - تكون ملكية المخزون للمؤسسة ولها سيطرة عليه؛
  - يختلف المخزون وطبيعته وفقا لنوع النشاط الذي تزاوله المؤسسة.
- من خلال النقاط السابقة يمكن القول بأن المخزون يمثل جميع العناصر المادية والتي تكون في شكل<sup>4</sup>:

- مواد أولية تدخل في عملية الإنتاج؛
- مواد نصف مصنعة تدخل في الإنتاج أو تكون جاهزة للبيع؛
- المنتجات تامة الصنع والتي تكون جاهزة للتصرف فيها؛
- المواد المستعملة في عمليات الصيانة وقطع الغيار؛
- الاستهلاكات كزيت الآلات، الأوراق، الأقلام، أدوات التنظيف... الخ.

"المنتجات التامة للمؤسسة الأولى ستصبح مواد أولية في مؤسسة أخرى والمواد الأولية هي جزء مدمج أو محتوى في المنتجات التامة، لذلك يمكن إدماج هذين العنصرين معا واعتبارهما عنصرا واحدا"<sup>5</sup>.

**1-2- أهمية المخزون:** تظهر أهمية هذا المخزون في كونه يمثل أهم الأصول حيث يكون الجزء الأكبر من الأصول المتداولة وأيضا مجموع الأصول، كما يحقق مجموعة من المنافع حيث يمكن المؤسسة من المنافسة إضافة إلى الاستقرار نظرا لتوفيرها لمختلف الاحتياجات والمتطلبات من المواد والأدوات وغيرها وفقا لمعدلات الاستخدام أو الطلب. ويمكن تبيان أهمية المخزون في النقاط التالية<sup>6</sup>:

- يمثل المخزون نسبة مرتفعة من إجمالي حجم الأموال المستثمرة في المؤسسة قد تصل في المؤسسات الصناعية إلى ما يزيد عن 50%.

- نظرا للحجم الكبير الذي يمثله المخزون من إجمالي حجم الأموال المستثمرة، فإنه يؤثر على اقتصاديات المؤسسة حيث تمثل تكلفة الاحتفاظ بالمخزون نسبة مرتفعة لا يمكن الاستهانة بها.

- تستطيع مختلف الإدارات بالمؤسسة القيام بأعمالها ورسم خططها عندما تتوفر سياسة تخزينية واضحة وسليمة ومعدة على أسس علمية، حيث يعمل التخزين على تحقيق التناسق والتكامل بين مختلف إدارات المؤسسة.

- عندما تكون هناك سياسة واضحة للمخزون مبنية على أسس علمية فإن هذا من شأنه تخفيض حجم الاستثمارات في موجودات المخازن إلى الحد الذي يسمح باستمرار العملية الإنتاجية، دون أن يكون هناك فائض في المخزون.

- نظرا لارتباط إدارة المخزون بالإدارات الأخرى للمؤسسة فإن حجم المخزون وارتفاع تكاليف الاحتفاظ بالمخزون يؤثر على التكاليف الكلية للإنتاج.

## 2- المركبات الأساسية لضبط ومراقبة المخزون

**2-1- الطلب على المخزون:** ويتم فيه تحديد طبيعة الطلب وتوزيعه كالتالي:

**2-1-1- تحديد طبيعة الطلب:** إن مدى تحليل وتعقيد نماذج المخزون يعتمد على طبيعة الطلب على المواد فيما إذا كان محددًا أو احتماليًا (عشوائيًا) والطلب في نموذج المخزون قد يأخذ واحدة من الحالات الأربع التالية<sup>7</sup>:

- الطلب محدد وثابت عبر الزمن؛

- الطلب محدد لكنه متغير عبر الزمن؛
- الطلب احتمالي ومستقر عبر الزمن؛
- الطلب احتمالي لكنه غير مستقر عبر الزمن.

نبدأ أولاً بحساب المتوسط الحسابي  $(\bar{X})$  والانحراف

المعياري (STDEV) لاستهلاك لفترة معينة ولتكن شهرياً، ثم معامل الاختلاف (التغير)

$$V = \left( \frac{\text{STDEV}}{\bar{X}} \right) \times 100$$

والذي يساوي والذي يمكن استعماله لتحديد طبيعة الطلب كما يلي<sup>8</sup>:

- إذا كان متوسط الطلب الشهري تقريباً ثابت لكل الشهور والمعامل (V) أقل من 20%، فإن الطلب يعتبر محدد وثابت؛
  - إذا تغير متوسط الطلب الشهري "يمكن معرفته" للشهور المختلفة لكن المعامل (V) لا تزال قيمته صغيرة نسبياً، فإن الطلب يعتبر محدد لكنه متغير عبر الزمن؛
  - إذا كنا أمام الحالة الأولى؛ وقيمة المعامل (V) أكبر من 20% ولكن ثابتة تقريباً فالطلب احتمالي ومستقر؛
  - إن الحالة الوحيدة المتبقية هي الطلب الاحتمالي غير المستقر، الذي يحدث متى كان المتوسط الشهري للطلب والمعامل (V) تختلف بشكل ملحوظ مع مرور الزمن.
- في الحالة الثالثة والرابعة، إضافة إلى البيانات نحتاج إلى معرفة التوزيعات الاحتمالية.

**2-1-2- توزيع الطلب:** إن الطلب على المخزون سواء من داخل المؤسسة أو خارجها هو عبارة عن سلسلة من المعطيات يمكن إجمالها في جدول إحصائي تكراري وبالتالي فهو عبارة عن متغير إحصائي ندرسه من خلال مقاييس النزعة المركزية ومقاييس التشتت، كما يمكن أن يكون متغير عشوائي (احتمالي) والذي يمكن أن يكون بدوره متقطعاً أو مستمراً.

## 2-2- تكاليف المخزون:

**2-2-1- تكلفة الإعداد أو إصدار الامر:** وتتكون من نوعين من التكلفة هما:

أ- **تكلفة إعداد الطلبية:** لإصدار طلبية ما وبعد تحديد حجمها يقوم الجهاز الإداري المكلف بتحديد جملة من الإجراءات تتمثل في "تحديد المواد المطلوب توفيرها والكميات اللازمة

منها، البحث عن المومنين، إعداد وإرسال الطلبية، استلام الأصناف المطلوبة، مراقبة وفحص الأصناف"<sup>9</sup>.

لهذه الإجراءات الإدارية جملة من النفقات قسم منها ثابت والآخر متغير، فالقسم الثابت يتكون من رواتب وأجور الموظفين القائمين بالإجراءات سابقة الذكر بالإضافة إلى نفقات الاتصال الثابتة (التلكس، الناسوخ، الهاتف، الطابع البريدي...)، وفي قسمها المتغير فتتكون من المستلزمات الإدارية المتجددة اللازمة لعملية الإعداد، نفقات تنقلات وتحركات الأفراد المساهمون في العملية ( نفقات الاتصال المتغيرة ) بالإضافة إلى مصاريف أخرى.

**ب- تكلفة التحضير:** أما إذا كانت البضاعة تنتج داخل المؤسسة فإننا نتحدث عن تكاليف التحضير الناتجة كل مرة يتم فيها تحضير آلات الإنتاج وهي الأخرى مستقلة تماما عن الكمية المنتجة. وعند تقدير تكلفة التحضير تؤخذ التكاليف التالية بعين الاعتبار والتي تتمثل في " رواتب العمال في قسم الإنتاج، تكاليف إعادة تشغيل الآلات عند الضرورة، تكاليف اختبار صلاحية الآلات عند بداية التشغيل، التكاليف الناتجة عن عدم خبرة العمال"<sup>10</sup>.

**2-2-2- تكلفة الاحتفاظ بالمخزون:** تكلفة الاحتفاظ " وتسمى أحيانا تكلفة التخزين وهي تمثل جميع التكاليف المرتبطة بتخزين المخزون حتى يتم بيعه أو استخدامه"<sup>11</sup>. وتمثل هذه التكلفة نسبة لا يستهان بها من مجموع التكاليف الكلية للمؤسسة، خاصة المؤسسات الصناعية. قد تصل إلى 30%<sup>12</sup> من تكاليف المخزون الكلية، وتتشكل هذه التكلفة في مجملها من مجموعة كبيرة من التكاليف يمكن تبويبها في ثلاث مجموعات هي:

- تكاليف خدمة المخزون؛

- تكاليف رأس المال؛

- تكاليف مخاطر المخزون.

**أ- تكاليف خدمة المخزون:** تتكون هذه التكاليف من العناصر التالية<sup>13</sup>:

أجور ومرتبوات مصلحة تسيير المخزون، تكاليف آلات المناولة، الاهتلاكات، الصيانة، التأمين، الحراسة، تكاليف الجرد، رسوم وضرائب، التدفئة، التبريد، التهوية، الماء، كهرباء الإضاءة، مستهلكات مكتبية وكتابية، مواد ومستلزمات التنظيف، إيجار المخازن.

ب- **تكاليف رأس المال المستثمر في المخزون:** تمثل قيمة المخزونات بندا هاما من ميزانية المؤسسة وجزء من الموارد المالية المجمدة ويتم تمويل المخزون بإحدى الكيفيتين التاليتين أو كليهما معا وهما<sup>14</sup>:

- **التمويل الخارجي:** وتكون عن طريق القروض ففي هذه الحالة فان تكلفة رأس المال المستثمر في المخزون هي المصاريف المالية التي تتحملها المؤسسة، وتعتبر الفوائد احد العناصر الهامة المشكلة لتكلفة الاحتفاظ بالمخزون.

- **التمويل الذاتي:** تتمثل في تمويل المخزون عن طريق التمويل الذاتي للمؤسسة، في هذه الحالة فان تكلفة رأس المال هي تكلفة الفرصة البديلة وتتمثل في تكلفة التضحية بالفوائد المتوقعة من البدائل التي تم رفضها، ويمكن اعتبار معدل الفائدة في هذه الحالة هو معدل العائد الداخلي ( $TIR$ ) للاستثمار أو البديل الذي تم رفضه.

ج- **تكاليف مخاطر المخزون**<sup>15، 16</sup>: وتضم مجموعة من التكاليف **تكلفة الفساد والتلف**، تكلفة التقادم أو الزوال، تبخر أو تقلص أو انسكاب، سرقة أو اختلاس، تلف من قبل القوارض، انكماش الأسعار، شوائب زائدة.

2-2-2- **تكلفة العجز (النفاد):** قد تستنفد المؤسسة مادة ما وتكون مطلوبة من زبون ما فنقول أنها في حالة عجز لعدم استطاعتها تلبية طلبات الزبائن لنفاد مخازنها من البضاعة. هذا العجز له تكلفة، ففي الحالة البسيطة **يفقد الربح من يفقد البيع**، وعادة ما تكون هناك تأثيرات أوسع من هذه ك<sup>17</sup>:

- ضياع الأرباح بسبب المبيعات المفقودة؛

- خسارة المبيعات المستقبلية؛

- خسارة السمعة؛

- تكاليف التسليم المستعجل للطلبات غير المستوفية.

إذن تعتبر التكلفة كعقوبة عدم تخزين العدد الكافي من المنتجات.

كما أن نقص قطع الغيار يسبب عرقلة كبيرة تنتج عنه

إجراءات طوارئ منها<sup>18</sup>:

- إعادة تحديد العمليات؛

- إعادة توقيت فترة الصيانة؛

- توقف العمال

ويمكن أن تتضمن أيضا تلك العلاوات المدفوعة للعمل الايجابي لسد العجز ك<sup>19</sup>:

- بعث الطلبات الطارئة؛
- استخدام موردين بديلين وأعلى؛
- تخزين جزئي للسلع تامة الصنع؛
- دفع ثمن التسليم الخاص.

**2-3-نقطة إعادة الطلب:** هي المستوى الذي إذا وصل إليه المخزون من الصنف يجب إصدار أمر شراء جديد بحيث يكون هذا الصنف عند ورود الطلبية الجديدة قد وصل إلى المخزون الاحتياطي، ويتوقف تحديد نقطة إعادة الطلب على عنصرين هما:

- معدل الاستخدام اليومي ( $U$ )؛

- فترة التوريد ( $T$ ) وهي تساوي تاريخ وصول الطلبية الجديدة منقوصا منه تاريخ إصدار أمر التوريد ويتم حساب هذه النقطة كما يلي:<sup>20</sup> نقطة إعادة الطلب = كمية فترة التوريد + المخزون الاحتياطي (مخزون الأمان)، حيث ان كمية فترة التوريد ( $I$ ) = فترة التوريد  $\times$  معدل الاستخدام  $L=U \times T$ ، ولتحديد موعد إعادة الطلب يمكن حساب ذلك بالمعادلة التالية: موعد إعادة الطلب = (الرصيد الحالي - مستوى اعادة الطلب)  $\div$  معدل الاستخدام، وهناك حالتين يمكن معالجة مشكلة تحديد نقطة إعادة الطلب في إطارهما وهما:

- حالة التأكد: حيث يكون معدل الطلب اليومي على المخزون معروفا ومؤكدا خلال فترة التوريد، كما أن طول فترة التوريد بالأيام معروفة هي الأخرى ومؤكدة
- حالة عدم التأكد: حيث يتميز معدل الطلب على المخزون وطول فترة التوريد بالتغير والتذبذب الاحتمالي.

**2-3-1- تحديد نقطة إعادة الطلب في حالة التأكد التام:** "في حالة التأكد التام يكون معدل الطلب اليومي للمخزون ( $U$ ) معروفا بالتأكد ولا يخضع لأي احتمال وكذلك يكون طول فترة التوريد ( $T$ ) معروفا بالتأكد وثابتا من طلبية لأخرى، فان نقطة إعادة الطلب تساوي:  $U \times T$  وحدة وهو يساوي كمية فترة التوريد ولا وجود للمخزون الاحتياطي"<sup>21</sup>.

**2-3-2- تحديد نقطة إعادة الطلب في حالة عدم التأكد:** ان وجود مخزون الأمان يعتبر في هذه الحالة ضروريا لمواجهة أي تقلبات قد تحصل على كمية الطلب وفترة التوريد، ويقصد به ذلك "الاحتياطي الذي يستعمل للتصدي المتزايد وغير المتوقع للمخرجات أو



التأخر في المدخلات أو أخطاء التنبؤ<sup>22</sup>. ولتحديد مخزون الأمان في هذه الحالة نكون أمام حالتين لتحديده هما:

- الحالة الأولى: حيث تكون تكاليف العجز (النفاذ) معروفة (معلومة)؛
  - الحالة الثانية: حيث تكون تكاليف العجز غير معروفة فنستخدم ما يسمى بمستوى الخدمة.
- أ- **تكاليف العجز معروفة:** بناء على المعطيات التاريخية الخاصة بعمليات التوريد أو السحب على المخزون، فإنه يمكننا تحديد كمية مخزون الأمان والتي تقابل أدنى تكلفة كلية (تكلفة الاحتفاظ بالمخزون وتكلفة العجز) وفقا للخطوات التالية:
- نعد جدولاً تكرارياً يوضح كميات الطلب وتكراراتها المقابلة ثم نحسب التكرارات النسبية المقابلة لكل كمية؛

- نحسب كمية الطلب المثلى؛

- نعد جدولاً يحدد الكميات الافتراضية لمخزون الأمان والتي تمثل الفرق بين الطلب اللاحق والطلب السابق، ابتداء من كمية الطلب المثلى والتي تمثل احد كميات الطلب؛

- نعد جدولاً آخر لحساب التكاليف الكلية لمخزون الأمان؛

- نحدد كمية مخزون الأمان المقابلة لأدنى تكلفة كلية.

- بعد إيجاد مخزون الأمان، نحسب نقطة إعادة الطلب كالتالي:

نقطة إعادة الطلب = مخزون الأمان + (متوسط الاستخدام اليومي × فترة الانتظار باليوم)

ب- **تكاليف العجز غير معروفة:** تعتمد بعض المؤسسات إلى إتباع سياسة مستوى الخدمة كأساس لتقدير كمية مخزون الأمان، "فكلما زادت الكمية الاحتياطية كلما قل احتمال نفاذ المخزون، بمعنى زادت قدرة المؤسسة على تلبية الطلب حتى إذا زاد على متوسط الاستخدام، و تعرف تلك القدرة على تلبية الطلب بمستوى الخدمة، فإذا كان لدينا عشر 10 دورات تخزينية مثلاً لم يقع العجز إلا مرة واحدة فإن مستوى الخدمة يساوي (  $9/10=0.9$  ) واحتمال العجز يساوي (  $1/10=0.1$  ) وبشكل عام فإن مستوى الخدمة =  $(1 - \text{احتمال الوقوع في العجز})$ <sup>23</sup>، أي انه يتم تلبية طلبات الزبائن بنسبة 90%، بعدها نقوم بتحديد مخزون الأمان الذي يحقق ذلك المستوى من الخدمة المرغوب في الوصول إليها، وباستخدام سياسة مستوى الخدمة فإنه يمكن تحديد كمية مخزون الأمان بالمعادلة التالية:<sup>24</sup>

كمية احتياطي المخزون = عدد الانحرافات المعيارية ( $Z$ ) + قيمة الانحراف، وبالتالي عندما يخضع الطلب للتوزيع الطبيعي فإنه يمكن حساب نقطة إعادة الطلب ( $S$ ) بناء على المعادلة

التالية: نقطة إعادة الطلب = متوسط الطلب خلال فترة التوريد + كمية احتياطي المخزون.

وبالرموز:  $S = U \times T + Z\sigma$  حيث:

$U$ : معدل الاستخدام خلال فترة التوريد

$Z$ : عدد الوحدات المعيارية من التوزيع الطبيعي؛

$\sigma$ : الانحراف المعياري للطلب خلال فترة التوريد؛

$T$ : طول فترة التوريد.

وفيما يلي سنتناول الطريقة التي يتم بها تحديد مخزون الأمان ونقطة إعادة الطلب في الحالات الثلاث:

**أولاً- حالة الطلب المتغير وثبات فترة التوريد:** في مثل هذه الحالة فان فترة التوريد مؤكدة ولا تخضع لأي احتمال وبالتالي فان انحرافها المعياري يساوي صفراً، ولا تكون حالة عدم التأكد إلا بالنسبة لمعدل الطلب اليومي على المخزون الذي يتبع التوزيع الطبيعي بمتوسط  $(\mu)$  وانحراف معياري  $(\sigma)$ ، وبالتالي فان نقطة إعادة الطلب تتحدد بالمعادلة التالية:

$$S = \mu \times T + Z \times T \times \sigma_{\mu}$$

والرموز كما في السابق.

**ثانياً- حالة ثبات معدل الاستخدام مع تغيير فترة التوريد:** انطلاقاً من التوزيع الإحصائي لفترات الطلب، وبافتراض أن فترة التوريد تخضع للتوزيع الطبيعي فان احتياطي الأمان يحسب بالطريقة التالية<sup>25</sup>:  $K = Z \times U \times \sigma_i^*$  حيث:  $\sigma_i^*$ : الانحراف المعياري لفترة التوريد. ونقطة إعادة الطلب تمثل بالمعادلة التالية:  $S = U \times T^* + K$  حيث:  $T^*$ : متوسط فترة التوريد.

**ثالثاً- حالة تغيير كل من معدل الاستخدام وفترة التوريد:** في هذه الحالة يوضع كل من معدل الاستخدام وفترة التوريد في شكل توزيع إحصائي وبحسب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لكليهما، ويتم تحديد كل من احتياطي المخزون ونقطة إعادة الطلب

$$S = U \times T + K \quad , \quad K = Z \sqrt{T \times \sigma_U^2 + U^2 \times \sigma_T^2} \quad :26$$

### 3-أساليب المحاكاة

**3-1-تعريف وخطوات المحاكاة:** تواجه العديد من الأنظمة مشاكل معقدة يصعب إيجاد نموذج وإجراء التجارب على النظام نفسه، ويكون في معظم الأحيان صعباً وباهظ التكاليف ويحتوي على شيء من المخاطر في أحيان أخرى، وتقوم في هذه الحالة بمحاكاة النظام

وتقوم بعدها بإجراء التجارب والاقتراحات على هذا النموذج دون المساس بالنظام ثم تستفيد من النتائج التي نحصل عليها لتطبيقها على ذلك النظام.

**3-1-1-1-تعريف المحاكاة:** يمكن تعريف المحاكاة على أنها " تقليد أو مضاهاة خصائص وسمات النظام الحقيقي وتبني فكرتها الأساسية على تقليد الموقف في عالم الواقع باستخدام النموذج الرياضي"<sup>27</sup>. كما يمكن تعريفها على أنها "اسلوب عددي لاجراء التجارب باستخدام الحاسب الالي والذي يتضمن علاقات منطقية ورياضية تتداخل فيما بينها لوصف سلوك وهيكل نظام حقيقي معقد خلال فترة معينة من الزمن"<sup>28</sup>.

**3-1-2-خطوات المحاكاة:** لكي تستخدم المحاكاة فان على المدير القيام بما يأتي<sup>29</sup>:

- التعرف على المشكلة؛
- تحديد المتغيرات المتعلقة بالمسألة؛
- إنشاء نموذج عددي؛
- وضع المجموعات الممكنة من القرارات بقصد الاختبار؛
- إجراء التجربة؛
- دراسة النتائج (إمكانية تطوير النموذج أو تغيير البيانات الداخلة)؛
- تحديد مجموعة القرارات التي يمكن أن تتخذ.

**3-3-استخدام طريقة مونت كارلو في المحاكاة:** يمكن تطبيق طريقة مونت كارلو للمحاكاة في حالة وجود نظام يحتوي على العناصر التي تظهر سلوكيات معينة، والأساس الذي قامت عليه هذه الطريقة هو اختبار لعناصر الفرص المتاحة (أو للاحتمالية) من خلال اخذ عينات عشوائية.

**3-3-1-خطوات محاكاة مونت كارلو:** يمكن تفصيل هذه الطريقة إلى عدد من الخطوات هي<sup>30</sup>:

**أولاً-إنشاء توزيع احتمالي لكل متغير:** إن الفكرة الأساسية لهذه الطريقة هي محاولة إنتاج قيم لمتغيرات النموذج، وتوجد في الواقع نظم ذات طبيعة احتمالية وهي التي يمكن محاكاتها مثل؛ الطلب على المنتج، زمن الخدمة... الخ. "والأسلوب الأمثل لتحديد التوزيع الاحتمالي لمتغير معين يتمثل في اختبار القيم التاريخية لهذا المتغير، حيث يتم تحديد الاحتمال أو التكرار النسبي وذلك بقسمة عدد التكرارات أو الملاحظات على إجمالي المشاهدات أو التكرارات"<sup>31</sup>.

ثانياً- قيم محاكاة من التوزيعات: بعد التعرف على التوزيع الاحتمالي الشهري يبقى أن نتعرف على كيفية محاكاة الطلب لشهور معينة، فمن خلال الجدول نجد أن قيم التوزيعات تعكس فقط السلوك طويل المدى فإذا قمنا بمحاكاة الطلب لعدد من الشهور القيمة المتوقعة للطلب حيث تساوي  $(\text{الاحتمال} \times \text{الطلب}) \sum$ . أما في المدى القصير فإن الطلب يكون مختلفاً عن هذه القيم لذلك نحتاج إلى تتبع الخطوتين التاليتين:

- توليد القيم العشوائية التي لا تظهر نمطاً محدداً وذلك للمدى القصير؛
- توليد القيم العشوائية التي تنطبق تماماً على التوزيع المحتمل المطلوب وذلك على المدى البعيد.
- والرقم العشوائي الذي تم اختياره بواسطة عملية عشوائية كلية، وتوجد طرق متعددة لاختيار هذه الأرقام من الجداول أو العجلة الدوارة

ثالثاً- تكرار العملية لسلسلة من المحاولات: لا يجب أن لا نكتفي بوضع نتيجة محددة لأي نموذج محاكاة بعد عدد قليل من المحاولات، بل يجب استخدام عدد كبير منها لتقدير الطلب المتوقع إذ أنه كلما زادت المحاولات زادت دقة النتائج المتوصل إليها.

ب- استخدام الحاسب الآلي في المحاكاة: بالرغم من سهولة توليد الأرقام العشوائية يدوياً من التوزيعات الاحتمالية البسيطة فإنه من المشقة عمل ذلك في حالة التوزيعات الاحتمالية الأكثر تعقيداً، وتوفر البرامج الحاسوبية فرصة القيام بهذه العملية وبكل سهولة، ولكي نحصل على نتائج صحيحة ومفيدة فإنه من المهم تكرار العملية مئات المرات أو حتى الآلاف مما يجعل العمل اليدوي طويلاً ومعرضاً للأخطاء. وسنوجز هذه العملية استخدام برنامج *Excel* من خلال النقاط التالية<sup>32</sup>:

### 3-3-2- توليد الأرقام العشوائية من التوزيعات الاحتمالية

أولاً- باستخدام برنامج *Excel*: الجدول ادناه يوضح الدوال التي تستخدم في برنامج *Excel* الخاصة بتوليد الأرقام العشوائية من مختلف التوزيعات والتي نعطيهها في الجدول التالي:

#### الجدول رقم (01): المعادلات المتضمنة في برنامج *Excel*

المحاكاة	صيغ المعادلات المتضمنة في البرنامج
الرقم العشوائي	$= RAND( )$
توزيع منتظم مستمر بين a و b	$= a + (b - a) * RAND( )$
توزيع منتظم متقطع بين a و b	$= INT(a + (b - a + 1)) * RAND( )$
توزيع منتظم متقطع بين a و b	$= RANDBETWEEN(a, b)$

توزيع طبيعي متوسطه $\mu$ وانحرافه المعياري $\sigma$	$= NORMINV(RAND(), \mu, \sigma)$
توزيع أسّي لمتوسط $\mu$	$= \mu * LN(RAND())$
توزيع عام منقطع له نتيجتان فقط A و B	$= IF(RAND() < p, A, B)$

المصدر: باري رندر وآخرون، مرجع سابق، ص ص 647، 648.

ثانياً- باستخدام برنامج **Crystal ball**: سنقوم فيما يلي بإعطاء الدوال التي تستخدم في برنامج **Crystal ball** الخاصة بتوليد الأرقام العشوائية من مختلف التوزيعات والتي نعطيها في الجدول التالي:

#### الجدول رقم (02): المعادلات المتضمنة في برنامج **Crystal ball**

المحاكاة	صيغ المعادلات المتضمنة في البرنامج
توزيع منتظم مستمر بين a,b	=CB.Uniform(a,b)
توزيع طبيعي بمتوسط $\mu$ وانحراف $\delta$	=CB.Normal( $\mu, \delta$ )
توزيع ذو حدين احتمالية النجاح p وعدد المحاولات n	=CB.Binomial(p,n)
توزيع أسّي بمتوسط $\mu$	=CB.Exponential( $\mu$ )
توزيع بواسون بمتوسط $\lambda$	=CB.Poisson( $\lambda$ )
التوزيع المثلثي القيم الدنيا a والقيم المعتدلة b والقيم العظمى c	=CB.Triangular(a,b,c)

المصدر: برنامج **Crystal ball**

4- محاكاة مشكلة التخزين في مؤسسة مطاحن الحضنة: بعد ان تعرضنا للمخزون وأساليب المحاكاة في النقاط السابقة، نأتي الى الجانب التطبيقي من هذه الدراسة التي تمت بمؤسسة الرياض سطيف مطاحن الحضنة، حيث سنقوم بتطبيق المحاكاة على احد مخزوناتها وهو مادة القمح الصلب وفقاً للاتي:

4-1- تحديد طبيعة الطلب على مادة القمح الصلب: من خلال معامل الاختلاف المحسوب في الجدول أدناه فإنه يمكن القول أن الطلب على مادة القمح الصلب هو طلب احتمالي (عشوائي) غير مستقر، لأن المعامل (V) أكبر من 20%، وان المتوسطات الحسابية للفترات يمكن ملاحظة تفاوتها

الجدول رقم (03): تحديد معامل الاختلاف لمادة القمح الصلب لمؤسسة مطاحن الحضنة

السنة / الشهر	2012	2013	2014	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	(V)%
جانفي	14709.4	25304.2	18051	19354.87	5416.41006	27.98
فيفري	10233.4	35485.2	11228.8	18982.47	14300.4497	75.34
مارس	17263	45376.8	40255.8	34298.53	14973.7506	43.66
أفريل	17830	39460.4	1662.6	19651	18964.5841	96.51
ماي	5844.4	79849	44907.2	43533.53	37021.4185	85.04
جون	7233.2	65841.6	64473.6	45849.47	33449.6621	72.96
جويلية	2655.8	25747.6	36601.6	21668.33	17336.6562	80.01
أوت	16896.2	16597.8	20395.6	17963.2	2111.79733	11.76
سبتمبر	13560.5	30802.2	13967.2	19443.3	9839.19753	50.60
أكتوبر	6933	32003.4	39789.6	26242	17169.2847	65.43
نوفمبر	12690.8	34271.2	44479.2	30480.4	16229.7017	53.25
ديسمبر	24426	32134.4	38038	31532.8	6825.91224	21.65

المصدر: من إعداد الباحثين

4-2- توزيع الطلب لمادة القمح الصلب

4-2-1- التوزيع التكراري: نقوم بعملية تبويب المعطيات الخاصة بمشتریات هذه المادة،

فحسب قاعدة ستيرج (sturg) نقوم بقسمة المدى العام على القيمة  $I + 3.32 \log(n)$

للحصول على طول الفئة حيث طول الفئة = المدى العام  $\times \frac{1}{1 + 3.32 \log(36)}$  ، والجدول

الموالي يوضح توزيع الطلب على هذه المادة:

الجدول رقم (04): الجدول التكراري لمادة القمح الصلب لمؤسسة مطاحن الحضنة

التكرار النسبي	التكرار النسبي	التكرار النسبي	التردد	التكرارات	الفئات
المتجمع النازل	المتجمع الصاعد	النسبي	الفئة		
1.000	0.28	0.28	8001	10	[14340- 1662]
0.72	0.56	0.28	20679	10	[27018- 14340]
0.44	0.78	0.22	33357	8	[39696- 27018]
0.22	0.92	0.14	46035	5	[52374- 39696]
0.08	0.94	0.03	58713	1	[65052- 52374]

0.06	0.97	0.03	71391	1	[77730- 65052]
0.03	1.00	0.03	84069	1	[90408- 77730]

المصدر: من إعداد الباحثين

المتوسط الحسابي = 27722.34 قنطار، والانحراف المعياري = 18790.9 قنطار.  
**4-2-2- التوزيعات الاحتمالية:** باستخدام برنامج SPSS 17.0، لاختبار (Kolmogorov-Smirnov) للتوزيعات الاحتمالية وجدنا ان البيانات المتعلقة بالطلب على هذه المادة تخضع للتوزيع الطبيعي حيث:

#### أ- التوزيع الطبيعي

**الفرضية الصفرية:** البيانات المتعلقة بالطلب على مادة القمح الصلب تخضع للتوزيع الطبيعي؛

**الفرضية البديلة:** البيانات المتعلقة بالطلب على مادة القمح الصلب لا تخضع للتوزيع الطبيعي.

قيمة الاختبار Z: 0.837

مستوى المعنوية: 0.486

بما أن قيمة مستوى المعنوية (Sig=0.486) أكبر من 0.05 إذن نقبل الفرضية الصفرية وهو أن البيانات المتعلقة بالطلب على مادة القمح الصلب تخضع للتوزيع الطبيعي بمتوسط قدره ( $\mu = 27416.6583$ ) وانحراف معياري قدره ( $\sigma = 18360.3604$ ).

**4-3- تحديد الكمية المثلى للطلب بطريقة مونت كارلو:** من خلال معامل الاختلاف (V) المحسوب سابقا فالطلب على هذه المادة هو طلب احتمالي (عشوائي) غير مستقر، والطريقة الوحيدة لإيجاد المخزون الأمثل تتمثل في استخدام المحاكاة، ولتحديد كمية الطلب سنستخدم طريقة مونت كارلو، وفقا للخطوات التالية:

- بالاستعانة ببرنامج Excel نعد جدولاً يوضح حدود الأرقام العشوائية الموافقة للطلب كالتالي:

جدول رقم (05): الحدود العليا والدنيا لمجال الرقم العشوائي للطلب على مادة القمح الصلب

الاحتمال	الطلب	الحد الأعلى لمجال الرقم العشوائي	الحد الأدنى لمجال الرقم العشوائي
0.28	8001	0.28	0.00
0.28	20679	0.56	0.28
0.22	33357	0.78	0.56
0.14	46035	0.92	0.78
0.03	58713	0.95	0.92
0.03	71391	0.97	0.95
0.03	84069	1.00	0.97

المصدر: من إعداد الباحثين

- استخدام الدالة  $RAND()$  لتوليد الأرقام العشوائية؛  
 - انطلاقاً من أن هذا الطلب يخضع للتوزيع الطبيعي بمتوسط  $(\mu = 27416.6583)$  وانحراف معياري  $(\sigma = 18360.36041)$  نحكي هذا الطلب باستخدام الدالة  $NORMINV(RAND(), \mu, \sigma)$  الخاصة بهذا التوزيع؛  
 - نقوم بتكرار العملية 10000 مرة فكانت كمية الطلب المثلى تساوي: 29264.6 قنطار .  
 4-4- تحديد كمية إعادة الطلب: بما ان تكاليف العجز معلومة فسنعتمد على الطريقة التالية لتحديد كمية إعادة الطلب وفقاً للجدولين ادناه:

الجدول رقم (06): حساب تكاليف العجز لمادة القمح الصلب

التكاليف المتوقعة للعجز					العجز	احتمال نقاد المخزون		كمية مخزون الأمان
تكاليف العجز المتوقعة في كل حالة	عدد الطلبات في السنة	تكلفة العجز للوحدة	احتمال وقوع العجز	كمية العجز		إذا كان الطلب	0.14	
499301.90	12	23.63	0.14	12678	12678	إذا كان الطلب 46035	0.14	4092
199720.76	12	23.63	0.03	25356	25356	إذا كان الطلب 58713	0.03	
299581.14	12	23.63	0.03	38034	38034	إذا كان الطلب 71391	0.03	



399441.52	12	23.63	0.03	50712	50712	إذا كان الطلب 84069	0.03	
99860.38	12	23.63	0.03	12678	12678	إذا كان الطلب 58713	0.03	50712
199720.76	12	23.63	0.03	25356	25356	إذا كان الطلب 71391	0.03	
299581.14	12	23.63	0.03	38034	38034	إذا كان الطلب 84069	0.03	
99860.38	12	23.63	0.03	12678	12678	إذا كان الطلب 71391	0.03	25356
199720.76	12	23.63	0.03	25356	25356	إذا كان الطلب 84069	0.03	
99860.38	12	23.63	0.03	12678	12678	إذا كان الطلب 84069	0.03	38034
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	50712

المصدر: من إعداد الباحثين

### الجدول رقم (07): مجموع تكاليف الاحتفاظ بالمخزون والعجز المتوقعة لمادة القمح الصلب

إجمالي التكاليف	تكاليف العجز	تكاليف التخزين			كمية مخزون الأمان المفترضة
		تكلفة الاحتفاظ بالمخزون	تكلفة الاحتفاظ للوحدة	الكمية	
1450136	1398045.32	52091.16	12.73	4092	4092
760553.2	599162.28	161390.94	12.73	12678	12678
622363	299581.14	322781.88	12.73	25356	25356
584033.2	99860.38	484172.82	12.73	38034	38034
645563.8	0	645563.76	12.73	50712	50712

المصدر: من إعداد الباحثين

من خلال هذا الجدول فإن مخزون الأمان السنوي يساوي 38034 قنطار.

كمية إعادة الطلب = مخزون الأمان السنوي + (متوسط المخزون الشهري × فترة الانتظار)

$$= 38034 + (1 \times 27722.34)$$

$$= 65756.34 \text{ قنطار.}$$

وهذه القيمة محسوبة على اساس سنوي لذا سنقوم بقسمتها على عدد أشهر السنة لنتحصل على كمية اعادة الطلب الشهرية والتي تساوي: 5480 قنطار.

4-5- استخدام برنامج **Crystal Ball** لمحاكاة مشكلة تخزين مادة القمح الصلب: نقوم بمحاكاة مشكلة تخزين مادة القمح الصلب باستخدام برنامج **Crystal Ball**، حيث نقوم بإدخال وتعريف كل من:

كمية الطلب المحسوبة بطريقة مونت كارلو والتي تساوي: 29264.6 قنطار.  
كمية إعادة الطلب: 5480 قنطار.

وتم حساب التكاليف التالية:

تكلفة الإعداد = 19856 دج؛

تكلفة الاحتفاظ بالمخزون = 13 دج؛

تكلفة العجز = 23.63 دج؛

وذلك لفترة انتظار قدرها شهر واحد، ثم بتحديد الطلب على هذه المادة باستخدام الأمر  $CB.Normal(\mu, \sigma)$  كون أن الطلب على هذه المادة يخضع للتوزيع الطبيعي، ثم نقوم بالمحاكاة لـ: 10000 مرة والهدف هو تدنية التكلفة الكلية للمخزون إلى أدنى مستوى لها، ونتائج عملية المحاكاة تظهر في الجدول الموالي، حيث:

- المخزون الابتدائي يساوي: 29264,6 قنطار أي بمقدار كمية الطلب وهي قيمة يفترضها البرنامج؛
- الطلب: موضح في العمود السادس وتمت محاكاته عن طريق الدالة  $CB.Normal(\mu, \sigma)$ .
- الشهر الذي يصدر فيه أمر التوريد نجده في العمود Month Due ؛
- المبيعات الضائعة (المفقودة): نجدها في العمود (Lost sales)؛
- True: في العمود الرابع معناها نستقبل كمية طلب جديدة، أما في العمود التاسع فمعناها يجب إصدار أمر توريد جديد؛
- False: في العمود الرابع معناها لا نستقبل كمية طلب جديدة، أما في العمود التاسع فمعناها لا يجب إصدار أمر توريد جديد؛
- مخزون نهاية المدة: موضح في العمود السابع؛

- وضعية المخزون: موضحة في العمود الثاني وهي عبارة عن الكمية الموجودة في العمود العاشر للشهر السابق؛

جدول رقم (08) نتائج محاكاة مشكلة الميزون لمدة الفتح العنصر المراسمة

Order Quantity	29265	units	Order Cost	19 856	da								
Reorder Point	5480	units	Holding Cost	13,00	da								
Initial Inventory	29265	units	Lost Sales Cost	23,63	da								
Leadtime	1	Month	Total Annual Costs										
			394 619	79 424	6 217 456	6 681 700							
Month	Req Inv Pos	Order Rec'd	Units Rec'd	End Inv	Lost Sales	Order Placed?	Ending Inv Pos	Month Das	Hold Cost	Order Cost	Short Cost	Total Cost	
1	29265	29265	0	10097	19168	0	FALSE	56990	0	249 174,28	-	249 178	
2	56989,6	19168	FALSE	0	56990	0	37822	TRUE	67087	4	19 856	907 728	927 594
3	67087	0	FALSE	0	64873	0	64873	TRUE	96352	5	19 856	1 556 947	1 576 803
4	96352	0	FALSE	29265	19610	9655	0	FALSE	76742	0	125 312,61	-	125 513
5	76741,8	9654,8	TRUE	29265	38691	229	0	FALSE	38011	0	2 074,32	-	2 074
6	38050,8	228,79	FALSE	0	52686	0	52457	TRUE	67087	8	19 856	1 251 948	1 270 804
7	67087	0	FALSE	0	27663	0	27663	FALSE	67087	0	-	663 911	663 911
8	67087	0	TRUE	29265	45812	0	16547	FALSE	37822	0	-	397 135	397 135
9	37822	0	FALSE	0	7425	0	7425	FALSE	37822	0	-	178 186	178 186
10	37822	0	FALSE	0	39143	0	39143	TRUE	67087	12	19 856	809 403	859 289
11	67087	0	FALSE	0	13131	0	13131	FALSE	67087	0	-	312 139	312 139
12	67087	0	TRUE	29265	28715	550	0	FALSE	38372	0	7 184,20	-	7 184

المصدر: من إعداد الباحثين بالأعداد على برنامج Crystal Ball

## الخاتمة:

تعتبر المحاكاة أداة لتحليل وتصميم الأنظمة المعقدة، وتستخدم نماذج المحاكاة لتفادي أي مشكلة قد تواجه الباحث عند إجراء التجارب على أي نظام حقيقي، ونماذج المحاكاة هي نماذج رياضية تمثل وتعكس جميع خصائص وسلوك النظام الحقيقي، للتعرف على الآثار المحتملة للقرارات خاصة القرارات المتعلقة بالمستقبل. والمحاكاة تعني تقليد شيء ما، وإيجاد شبيهه أو مثيل لذلك الشيء، أما النمذجة فتوفر إطارا عاما وشاملا لحل مشكلات اتخاذ القرار بشكل خاص بطريقة منهجية منظمة فيما يسمى ببناء النموذج الذي هو عبارة عن تمثيل لمكونات المشكلة أو النظام والعوامل المؤثرة والبيئة المحيطة وأسلوب الربط بين المتغيرات، ودراسة النمذجة والمحاكاة تُمكن من ملاحظة أثر التغيرات في سلوك الأنظمة.

وفي دراستنا هذه اوضحنا كيفية القيام بعملية النمذجة باستخدام طريقة مونت كارلو التي تعتمد على توليد الارقام العشوائية، ثم استخدمنا برنامج Crystal ball لمحاكاة مشكلة التخزين في مؤسسة الرياض سطيف وحدة مطاحن الحضنة اين توصلنا الى النتائج التالية:

- الطلب على مادة القمح الصلب هو طلب عشوائي غير مستقر، مما يعني ان الطريقة الوحيدة لنمذجته هي المحاكاة؛

- باستخدام اختبار سميرونوف كولوموغوروف وجدنا ان الطلب يتبع التوزيع الطبيعي؛

- بتطبيقنا لطريقة مونت كارلو في المحاكاة حددنا الكمية المثلى للطلب والتي تساوي: 29264.6 قنطار.

- كمية اعادة الطلب وتساوي: 5480 قنطار في الشهر؛

و بمعلومية متغيرات القرار غير المتحكم بها (تكاليف المخزون) وكمية الطلب المثل ونقطة إعادة الطلب، استخدمنا برنامج Crystal ball اين حصلنا على:

- التكلفة الكلية للمخزون والتي تساوي 6 681 700 دج، والتي تعتبر أدنى تكلفة كلية ممكنة والتي تتكون من:

- تكلفة الإعداد السنوية تساوي: 79 424 دج

- تكلفة العجز السنوية تساوي: 6 217 456 دج؛

- تكلفة التخزين السنوية تساوي: 384 819 دج؛

- عدد أوامر التوريد في السنة تساوي: 4 أوامر والتي تكون في الشهر الرابع والخامس والثامن والعاشر.

#### الهوامش:

<sup>1</sup> - N. Suresh, S. Anil Kumar, Production and Operations management, Second Edition, New Age International (P) Ltd, New Delhi, 2008, P 91.

<sup>2</sup> - Gopal C. Rama , Accountig For Management, New Age International (P) Ltd, New Delhi, 2009, p 134.

<sup>3</sup> -Murthy P. Rama , Operations Research, second edition, New Age International (P) Ltd, New Delhi, 2007, p 354.

<sup>4</sup> - Donald waters, Inventory control and management, 2nd ed, John Wiley&Sons inc,USA,2003, p 09.

<sup>5</sup> -Y.P. SINGH, Accountig and Financial management, New Age International (P) Ltd, New Delhi,2007, p 178.

<sup>6</sup> -Mohamad JABER Y., inventory management (Non-Classical Views), Taylor & Francis Group, USA, 2009, pp 247,248.

<sup>7</sup> - Hamdy taha, Operations Research qn introduction, 8<sup>th</sup> ed, 2007 by Pearson Education, Inc, New Jersey, USA, 2007, p 429.

<sup>8</sup> - id em, p 429.

<sup>9</sup> - صلاح الدين محمد عبد الباقي وعبد الغفار حنفي، إدارة المشتريات والمخازن، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 2000، ص 280.

<sup>10</sup> - نفس المرجع، ص 12.

<sup>11</sup> - Hillier Lieberman, Introduction to Operations Research, Seventh Edition, The McGraw Companies, USA, p 939.

<sup>12</sup> - Sadiwala C.M & Sadiwala Ritesh C, op. cit, p 232.

<sup>13</sup> - N. Suresh, S. Anil Kumar, op. cit, pp 67,68.

<sup>14</sup> - فائزة اليمين، إدارة المخزون باستخدام التقنيات الكمية الحديثة لتخفيض التكاليف، ايتراك، القاهرة، مصر، ص 50.

<sup>15</sup> - Steven M. Bragg, Cost Reduction Analysis: tools and strategies, John Wiley & Sons, USA, p 253.

<sup>16</sup> - ibid, pp 263, 264.

<sup>17</sup> - Alan Rushton et al The handbook of logistics and distribution management, 3rd ed, Bell & Bain, United Kingdom, 2006, p 205.

<sup>18</sup> - Waters Donald, op. cit, p 53.

<sup>19</sup> - Waters Donald, ib id, p 53.

<sup>20</sup> - سليمان محمد مرجان، بحوث العمليات، الجامعة المفتوحة، طرابلس، ليبيا، 2002، ص ص 247، 248.

<sup>21</sup> - نفس المرجع، ص 249.

<sup>22</sup> - Louis Gavault, techniques et pratiques de la gestion des stocks , édition Masson, Paris, 1985, P80.

<sup>23</sup> - زيد تميم البلخي، تاج لطفى عبد القادر، بونخل مسعود احمد، مدخل إلى نظم ضبط ومراقبة المخزون، النشر العلمي والمطابع جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية، ص 138.

<sup>24</sup> - محمد سليمان مرجان، مرجع سابق، ص ص 250، 251.

<sup>25</sup> - محمد محمد كعبور، أساسيات بحوث العمليات (نماذج وتطبيقات)، أكاديمية الدراسات العليا، طرابلس، ليبيا، 2005، ص 407.

<sup>26</sup> -Blumenfeld Dennis, Introduction to Operations Research Calculations Handbook, Second Edition, Taylor & Francis Group, USA, 2009, p 123.

<sup>27</sup> - Winston Wayne L, Operations Research applications and algorithms, 4<sup>th</sup> ed, thomsson, USA, 2004, p 1153.

<sup>28</sup> - عبد الستار احمد محمد الالوسي، أساليب بحوث العمليات: الطرق الكمية المساعدة في اتخاذ القرار، دار القلم، دبي، الإمارات العربية المتحدة، 2002، ص 471.

<sup>29</sup> - باري رندر، رالف ستير، ناجراج بالاكيشان، تعريب: مصطفى مصطفى موسى، تقديم: يحي عبد العظيم المشد، نمذجة القرارات وبحوث العمليات باستخدام صفحات الانتشار الالكترونية، دار المريخ، الرياض، السعودية، 2007، ص 628.

<sup>30</sup> - باري رندر وآخرون، مرجع سابق، ص 632-638.

<sup>31</sup> - جلال ابراهيم العبد، استخدام الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات الإدارية، دار الجامعة الجديدة للنشر، مصر، 2004، ص 460.

<sup>32</sup> - باري رندر وآخرون، مرجع سابق، ص ص 637، 638.