Available online at https://www.asjp.cerist.dz/en/PresentationRevue/85

مجلة الباحث الاقتصادي

Economic Researcher Review

ISSN: 2335-1748
EISSN: 2588-235X

المجلد08/ العدد13 جوان(2020) ص ص 403-421

استخدام خوارزمية (Wagner-Whitin) في تحديد السياسة المثلى لتجديد المخزون في المؤسسة الاقتصادية –دراسة تطبيقية

Use the (Wagner-Whitin) algorithm to determine the optimal policy for inventory replenishment in economic enterprise -Applied study

عيسى حجاب[1]، محسن حمريط[2]

Aissa hajab[1], Mouhcene hamrit[2], Noureddine Kaddouri[3]

[1] جامعة محمد بوضياف بالمسيلة (الجزائر) hadjab80@gmail.com

[2]جامعة عباس لغرور بخنشلة (الجزائر) hamritm@gmail.com

تاريخ الاستلام: 2020/02/29 تاريخ القبول: 2020/06/15 تاريخ النشر: 2020/06/30

الملخص: تناولت هذه الدراسة كيفية تحديد السياسة المثلى لتجديد المخزون في حالة الطلب الديناميكي، من خلال تحديد كمية الطلب المثلى وعدد الطلبات في السنة، وذلك لتجنب تكدس المخزون وتعرضه للعديد من المخاطر كالتلف والتقادم، وتفادي وقوع المؤسسة في عجز بسبب نفاده، مستخدمين خوارزمية (Wagner-Whitin) باعتبارها من اهم التقنيات الحديثة المستخدمة في حل مسائل البرمجة الديناميكية، لإيجاد أفضل قرار لتحديد حجم الطلب الذي يدني تكاليف إعداد الطلبية وتكاليف الاحتفاظ بالمخزون. ووجدنا ان تطبيق هذه الخوارزمية في المؤسسة محل الدراسة (قاضي للمطاحن بالمسيلة)، مستخدمين كل من برنامج Excel 2013 وبرنامج WinQsb 2.0 ، قد ادى فعلا الى تخفيض التكاليف الكلية للمخزون الى النصف، والتي بدورها ستنعكس ايجابا على ربحية المؤسسة.

الكلمات المفتاحية: مخزون، طلب ديناميكي، سياسة مثلى، خوارزمية (Wagner-Whitin).

تصنيفات JEL: C 61 , C44.

Abstract: *This study was conducted to determine the optimal inventory policy In the case of dynamic demand, by determining the optimal order quantity and number per year, to avoid the accumulation of stocks, risk exposure such as damage and obsolescence, enterprise deficit due to depletion of inventory. The Wagner-Whitin algorithm is used to solve dynamic programming problems to find the optimal decision of quantity and demand determination that reduces the ordering and holding costs. We found that the application of this algorithm at M'sila Kadhi Mills, using both Excel 2013 and WinQsb 2.0, has actually reduced the total costs of the stock by half, which in turn will be reflected positively on the profitability of the enterprise.*

Keywords: *inventory, dynamic demand, optimal policy, Wagner-Whiten algorithm.*

Jel Classification Codes: *C44, C 61.*

المؤلف المرسل: عيسى حجاب، الإيميل المهني: aissa.hadjab@univ-msila.dz

1. مقدمة.

يعتبر تحديد الحجم الامثل للمخزون باعتباره المحدد الاساسي لسياسة تجديد المخزون، من اهم القرارات الرئيسية في المؤسسة الاقتصادية والتي تقع على عاتق مسيري المخزونات، وتتمثل أحد اهم مشاكلهم الرئيسية في تخزين الكمية الصحيحة من المخزون لتلبية طلبات الزبائن وتجنب الفائض في المخزون والذي يؤدي الى زيادة تكاليف التخزين وتعرضه للعديد من المخاطر كالتلف، الزوال والتقادم، إضافة الى تعطيل كبير للموارد النقدية لان المخزون عبارة عن راس مال عاطل، يفوت على المؤسسة استثماره في مشاريع اخرى، في المقابل، يمكن أن يؤدي النقص في المخزون الى وقوع المؤسسة في حالة عجز نتيجة نفاد المخزون، مما يؤدي بها لخسارة المبيعات ونفور الزبائن لجهات أخرى الأمر الذي قد يؤدي بها إلى خسارة ليس فقط الأرباح وإنما سمعتها في السوق.

إذن فالسياسة المثلى لتجديد المخزون في المؤسسة هي تلك السياسة التي من شانها تدنية التكلفة الكلية للمخزون الى ادنى مستوى لها، مع تلبية الطلب عليه في أي لحظة اضافة الى تجنيب المؤسسة مخاطر تكدسه، وهناك العديد من الطرق والاساليب التي تستخدم لإيجاد تلك الكمية المثلى من الطلب على المخزون، والتي تتنوع حسب نوع الطلب عليه، والتي من بينها الحالة التي يكون فيها الطلب معلوما الا انه متغير عبر الزمن من فترة لأخرى والذي يصطلح على تسميته بالطلب الديناميكي الذي يعالج عن طريق البرمجة الديناميكية (DP) التي تقوم بإيجاد الحل الأمثل لمشكلة المخزون متعدد المتغيرات من خلال تحليلها إلى مراحل، كل مرحلة تتضمن مشكلة فرعية واحدة متغيرة، وان عملية تحسين الحل في كل مرحلة تنطوي على متغير واحد فقط، وهي مهمة أبسط حسابياً من التعامل مع جميع المتغيرات في وقت واحد، وباستخدام هذه الرؤية، طور (Wagner-Whitin) خوارزمية يمكن استخدامها لتحديد السياسة المثلى لتجديد المخزون.

1.1. اشكالية الدراسة:

انطلاقا مما سبق جاءت اشكالية هذه الدراسة لتعالج السؤال الجوهري التالي:

كيف يمكن تحديد السياسة المثلى لتجديد المخزون ذو الطبيعة الديناميكية باستخدام خوارزمية (Wagner-Whitin) في المؤسسة الاقتصادية؟

2.1. فرضيات الدراسة: اعتمدنا في هذه الدراسة على فرضيتين أساسيتين:

الفرضية الاولى: ان تحديد السياسة المثلى لتحديد المخزون في المؤسسة الاقتصادية يتم من خلال تحديد كمية الطلب المثلى للمخزون وفترة اعادة طلبها.

الفرضية الثانية: ان استخدام خوارزمية (Wagner-Whitin) لتحديد سياسة تحديد المخزون المثلى سيؤدي الى تخفيض التكاليف الكلية للمخزون في المؤسسة محل الدراسة.

3.1. اهمية واهداف الدراسة: تبرز اهمية واهداف هذه الدراسة في النقاط التالية:

– تهدف هذه الدراسة الى تطبيق خوارزمية (Wagner-Whitin) لتحديد كمية الطلب المثلى، كطريقة تعطي اقل تكلفة كلية ممكنة للمخزون؛

– تعتبر خوارزمية (Wagner-Whitin) من اهم الاساليب المستخدمة في حل مسائل البرمجة الديناميكية والتي تتميز بدقة نتائجها؛

– ابراز دور خوارزمية (Wagner-Whitin) في اتخاذ القرار الامثل في تخطيط المخزون؛

– مساعدة أصحاب القرار داخل المؤسسة محل الدراسة على كيفية تطبيق هذه الخوارزمية لاستخدامها في تحديد مخزوناتها، من خلال تغيير نظام طلب المخزون وتحديد متى يجب أن يتم طلب المواد، وكمية الطلب عليها بما يضمن لها تلبية الطلب وتجنب تكدس المخزون وبأقل تكلفة ممكنة.

4.1. طريقة وادوات الدراسة:

وقع الاختيار على دراسة مؤسسة قاضي للمطاحن وهي مؤسسة تنشط في مجال طحن القمح بنوعيه الصلب واللين في ولاية المسيلة، وبعد ان قمنا بجولة بالمؤسسة محل الدراسة ومقابلة مسيرها، واطلاعنا على مختلف جوانب عملها من خلال سجلاتها، وجدنا ان المؤسسة تعاني من عدة مشاكل في تسيير مخزوناتها على راسها تكدس المخزون مما أدى الى ارتفاع التكاليف الكلية للمخزون، وسنحاول ان نجد حلا لهذه المشكلة. والبيانات المتحصل عليها تخص سنة 2017.

أما بالنسبة لأدوات البحث العلمي، فقد تم الاعتماد في عملية جمع المعلومات على الوثائق المتحصل عليها من مختلف مصالح المؤسسة محل الدراسة كأداة من أدوات البحث العلمي، بالإضافة إلى كل من الملاحظة والمقابلة أما بخصوص البرامج والمعالجات المستخدمة فقد تم الاستعانة ببرنامج Excel لحل الخوارزمية، إضافة الى برنامج WinQsb 2.0 وهو احد اهم البرامج المستخدمة في بحوث العمليات للمساعدة في حل الخوارزمية المقترحة للحل.

5.1. الدراسات السابقة: هناك العديد من الدراسات في هذا الجانب نذكر منها:

- دراسة أحمد محمود السبعاوي وغالية توفيق بشير(السبعاوي احمد محمود، غالية توفيق، 2011، ص.542،522): تناولت هذه الدراسة تحليل نموذج مخزون ديناميكي متعدد الفترات لعنصر وحيد، الذي تتم فيه مراجعة المخزون بشكل دوري لـ n من الفترات الزمنية والطلب في كل فترة يكون معلومًا لكنه متغير من فترة إلى أخرى وأنه لإيجاد حجم الطلبية المثلى والتكلفة الكلية الصغرى للفترات قيد الدراسة فقد استخدمت أسلوب البرمجة الديناميكية لمعالجة النموذج، واستعانت هذه الدراسة ببرنامج Matlab للحصول على كل من الكمية المثلى والتكلفة الأقل المصاحبة لها وتوصلت إلى أن عدد الإدخالات باستخدام الخوارزمي على افتراض أن مستوى المخزون يبدأ من الصفر يعطي أفضل النتائج.

-دراسة (Marco Bijvank, Iris F.A. Vis, 2011,P.1-13) اهتمت هذه الدراسة بعلاج مشكلة فقد المبيعات الناتجة عن عدم توفر المواد المطلوبة في المخزن وصنفت نماذج المخزون حسب خصائص نظام المخزون وسياسات التجديد المقترحة كما ناقشت النماذج المتاحة وأدائها ونوع سياسة التجديد المنتهجة من المؤسسة. وخلصت هذه الدراسة إلى انه ليس هناك تركيبة مثلى أو مثالية لسياسة تجديد المخزون وتكون سهلة الفهم والتي يمكن ان تمارس في الحياة العملية الواقعية، وان سياسات التقريب هي الأكثر فاعلية التي تتضمن نوعا من التأخير في كميات الطلب ولتفادي حالة العجز اقترحت الدراسة أن يتم تسليم الزبون تلك المواد المرتجعة والتي تخصص للطلب الفائض.

لم توضح هذه الدراسة أي نموذج هو الاحسن والاقرب لتطبيقه في مشاكل المخزون رغم تناولها لعدة نماذج ديناميكية.

- دراسة (Charu Chandra, Janis Grabis, 2012, P.877-887): اهتمت هذه الدراسة بتحليل نموذج المخزون للفترة الواحدة بتكلفة اقتناء مرتبطة بفترة توريد، كما درست اختيار طول فترة التوريد والمبادلة بين منافع تخفيض فترة التوريد وارتفاع تكاليف الاقتناء أو التوريد وبحثت عن النموذج الذي يحقق ذلك وخلصت هذه الدراسة إلى أن تخفيض فترة التوريد تسمح بتخفيض مخزون الأمان وتحسين خدمات الزبائن وان هذه العملية تكون مصحوبة

بارتفاع تكاليف اقتناء المواد المفروضة من الممونين أو تكاليف نقل أعلى وأن دالة التكاليف الكلية غير الخطية للمخزون أتت بنتائج أفضل من كونها دالة خطية، هذه الدراسة لم توضح طريقة ايجاد الحل الامثل والنموذج الملائم للحل.

– دراسة: (S.M.Samak-Kulkarni ,.N.R. Rajhans, 2013, P.803-809): اقرت هذه الدراسة أنه في معظم الصناعات متوسطة الحجم، يكون الطلب غير مؤكد ومن الصعب التنبؤ به. لذا فإن الترتيب بالكمية الصحيحة في الوقت المناسب تبقى دائمًا مسألة حاسمة، تقدم هذه الدراسة نموذجًا لتحديد سياسة الطلب التي ستقلل من إجمالي تكلفة المخزون. وتأخذ في الاعتبار نماذج مختلفة مثل الكمية حسب حجم الطلبية، كمية الأمر الاقتصادي، كمية الأمر الدورية، أقل تكلفة للوحدة، أقل تكلفة إجمالية، تكلفة أقل فترة، خوارزمية واغنر–وايتين إلخ. يتم حساب إجمالي تكاليف المخزون السنوي للعناصر المختلفة بواسطة كل طريقة. ويتم تلخيص النتائج التي تم الحصول عليها عن طريق تطبيق كل نموذج للعناصر المختلفة مما يدل على أن خوارزمية واغنر–وايتين تعطي التكلفة المثلى في كل حالة، الا ان هذه الدراسة لم توضح طريقة الحساب لكيفية تطبيق النماذج المقترحة وعلى راسها خوارزمية (Wagner-Whitin) التي تحتوي على العديد من الحسابات لكل مرحلة من مراحل المسألة.

تأتي دراستنا هذه لتطبيق خوارزمية (Wagner-Whitin) من اجل تحديد كمية الطلب المثلى وعدد اوامر الشراء المثلى في السنة، وذلك بتدنية تكاليف المخزون الى اقل ما يكون. وذلك بالتفصيل حتى يسهل على الدارسين والمؤسسات المهتمة تطبيقها بكل سهولة رغم تعقيداتها.

2. الإطار المفاهيمي للمخزون:

يمثل المخزون نسبة عالية من إجمالي حجم الأموال المستثمرة في المؤسسة، الأمر الذي يوضح الأهمية البالغة والعالية لهذا العنصر.

1.2. مفهوم المخزون: 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 (Murthy (P. Rama, 2007, P.354

ويمكن تعريفه على أنه "ملكية مادية (ملموسة) 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 والمكائن الاحتياطية (Gopal c.Rama,2009, P.134).

كما يمكن تعريف المخزونات على أنها "مجموع السلع، مواد التموين، البقايا، المنتجات نصف المصنعة، المنتجات التامة والمنتجات قيد أشغال التغليف التجارية المملوكة للمؤسسة والتي لم تحدد وجهتها بعد (Blondel Francois,2006, P.151) أما النظام المحاسبي المالي (*S.C.F*) فيعرفها كالتالي: تمثل المخزونات أصولا (الجريدة الرسمية، 2009، ص.12):

- يمتلكها الكيان وتكون موجهة للبيع في إطار الاستغلال الجاري؛
- هي قيد الإنتاج بقصد مماثل؛
- هي مواد أولية أو لوازم موجهة للاستهلاك خلال عملية الإنتاج أو تقديم خدمات.

ويتضح 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.

2.2. أصناف المخزون: يمكن تصنيف المخزون على النحو التالي (Georges javel, 2010, P.30-31):

- المخزون من المنتجات النهائية: يتضمن هذا المخزون المنتجات المتوفرة للعملاء على الفور.
- المخزون من المنتجات شبه النهائية: يشمل هذا المخزون التجميعات الجاهزة للتجميع (قيد التنفيذ)، أو الملحقات المصنعة من قبل المؤسسة للتصنيع أو العملاء.
- المخزون من المواد الخام: يشمل هذا المخزون المواد الخام، الفراغات، المكونات التي اشترتها الشركة من الموردين.
- المخزون من مواد الصيانة: يتضمن هذا المخزون قطع غيار للأدوات الآلية أو محطات العمل.

– المخزون من الأدوات واللوازم: يشمل هذا المخزون الأدوات واللوازم اللازمة للتصنيع، من المهم جدًا إدارة هذا النوع من المخزون. وتشمل جميع الأجهزة اللازمة على محطة العمل ومختلف القوالب اللازمة لتصنيع (الحفر، والانحناء ...).

2.3. أسباب تقليل المخزون: هناك أسباب عديدة تبرر إبقاء مستويات المخزون منخفضة قدر الإمكان والتي نذكر منها (John Kamauff, 2010, P.187):

– تقليل مخاطر التقادم؛

– تسهيل مراقبة المخزون؛

– تقليل الانكماش (الخسائر الناجمة عن الكسر؛ التعامل مع الأضرار؛ الاختلاس؛ والتدهور)؛

– تسهيل اكتشاف المشاكل مع أمن المخزون و / أو عدم كفاءة الإنتاج؛

– تقليل تكاليف العمالة التي تنفق على الوصول إلى أو تخزين أو نقل أو حفظ السجلات؛

– تقليل تكاليف التخزين (مستودعات الشركة، المستودعات الأخرى، التأمين، الضرائب؛

– تقليل تكلفة الفرص الضائعة بسبب الاستثمار الرأسمالي في المخزون.

3. العوامل المؤثرة في تخطيط وضبط المخزون: تتمثل العوامل التي تؤثر على تخطيط المخزون وضبطه وهي تلك المحددات التي تدخل في عملية بناء نماذج المخزون بمختلف انواعها والمتمثلة في:

1.3. الطلب على المخزون: إن مدى تحليل وتعقيد نماذج المخزون يعتمد على طبيعة الطلب على المواد فيما إذا كان محددا أو احتماليا (عشوائيا) والذي يتأثر بفعل الزمن خاصة عنصر الموسمية، وفي الحالات العملية فإن الطلب في نموذج المخزون قد يأخذ واحدة من الحالات الأربع التالية (Hamdy taha, 2007, P.429):

– الطلب محدد وثابت عبر الزمن؛

– الطلب محدد لكنه متغير عبر الزمن؛

– الطلب احتمالي ومستقر عبر الزمن؛

– الطلب احتمالي لكنه غير مستقر عبر الزمن.

يعتبر الصنف الأول من الطلب هو الأسهل من الناحية التحليلية إلا أنه يعتبر قليل الحدوث في الواقع، أما الصنف الرابع فهو الأكثر تعقيدا إلا انه الأكثر واقعية. ومن الناحية

العملية فإننا لا نريد استخدام نماذج بسيطة لا تعكس الحقيقة أو نماذج معقدة يصعب فهمها وحلها. فكيف نحدد ولو تقريبيا طبيعة الطلب المقبول؟

نبدأ أولا بحساب المتوسط الحسابي $(\overline{X})$ والانحراف المعيار (STDEV) للاستهلاك لفترة معينة ولتكن شهريا، ثم معامل الاختلاف (التغير) والذي يساوي؛ $V=\left(\frac{STDEV}{\overline{X}}\right)\times 100$ والذي يمكن استعماله لتحديد طبيعة الطلب كما يلي (Hamdy taha, 2007, P.429):

- إذا كان متوسط الطلب الشهري تقريبا 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 نسبيا، فإن الطلب يعتبر محدد لكنه متغير عبر الزمن؛
- إذا كنا أمام الحالة الأولى؛ وقيمة المعامل (V) أكبر من 20% ولكن ثابتة تقريبا 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.

2.3. تكاليف اعداد أمر التوريد: وتتكون من تكلفة إعداد الطلبية في حالة الشراء، وتكلفة التحضير في حالة الانتاج:

أ. تكلفة إعداد الطلبية: لإصدار طلبية ما وبعد تحديد حجمها يقوم الجهاز الإداري المكلف بتحديد جملة من الإجراءات تتمثل فيما يلي (صلاح الدين محمد، عبد الغفار حنفي، 2000، ص.280):

تحديد المواد المطلوب توفيرها والكميات اللازمة منها؛ البحث عن الممونين؛ إعداد وإرسال الطلبية؛ استلام الأصناف المطلوبة؛ مراقبة وفحص الأصناف.

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 ...الخ).

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.

عند تقدير تكلفة التحضير تؤخذ التكاليف التالية بعين الاعتبار (صلاح الدين محمد، عبد الغفار حنفي، 2000، ص.12):

رواتب العمال في قسم الإنتاج؛ تكاليف إعادة تشغيل الآلات عند الضرورة؛ تكاليف اختبار صلاحية الآلات عند بداية التشغيل؛ التكاليف الناتجة عن عدم خبرة العمال؛

3.3. تكلفة الاحتفاظ بالمخزون: وتسمى أحيانا " تكلفة التخزين وهي تمثل جميع التكاليف المرتبطة بتخزين المخزون حتى يتم بيعه أو استخدامه" (Hillier Liberman, 2001, P.939)

وتمثل هذه التكلفة نسبة لا يستهان بها من مجموع التكاليف الكلية للمؤسسة، خاصة المؤسسات الصناعية. قد تصل إلى 30% (Sadiwala C.M , Sadiwala Ritesh C , 2007, P.232) من تكاليف المخزون الكلية.

تتشكل هذه التكلفة في مجملها من مجموعة كبيرة من التكاليف يمكن تبويبها في ثلاث مجموعات كالتالي:

أ. تكاليف خدمة المخزون: تتكون هذه التكاليف في مجملها من العناصر التالية: أجور ومرتبات مصلحة تسيير المخزون؛ تكاليف آلات المناولة؛ الاهتلاكات؛ الصيانة؛ التأمين؛ الحراسة؛ تكاليف الجرد؛ رسوم وضرائب؛ التدفئة؛ التبريد؛ التهوية؛ الماء؛ كهرباء الإضاءة؛ مستهلكات مكتبية وكتابية؛ مواد مستلزمات 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:

– **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 (اليمين فالتة، 2008، ص.50).

– **التمويل الذاتي**: وهي تكلفة الفرصة البديلة الناتجة من استثمار الأموال في المخزون، وتعكس تكلفة الفرصة البديلة هذه معدل العائد الذي تتوقع المؤسسة الحصول عليه من الأموال المستثمرة في المخزون (سليمان محمد مرجان، 2002، ص.221).

ج. **تكاليف مخاطر المخزون**: وغالبا ما تتكون من:

– تكلفة الفساد والتلف؛

– تكلفة التقادم أو الزوال: وتتعرض المواد لهذه المخاطر نتيجة مجموعة من الأسباب أهمها (Steven M. Bragg, 2010, P.264): خطأ في الفاتورة؛ بطء صرف المخزون؛ الإفراط في كمية الشراء؛ تغيير هندسة المواد؛ سوء في أنظمة تتبع المخزون.

– تبخر أو تقلص أو انسكاب؛

– سرقة أو اختلاس؛

– تلف من قبل القوارض؛

– انكماش الأسعار؛

– شوائب زائدة.

4.3. تكلفة العجز (النفاد): نقول أن البضاعة غير متوفرة عندما يكون من المستحيل تلبية الطلب عليها فورا، أي ان الكمية في المخزن تساوي صفر (Georges javel, 2010, P.27). فنقول أن المؤسسة قد وقعت 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 يمكن ذكرها في الآتي (Alan Rushton, Phil Croucher, Peter Baker, 2006, P.205): 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 (Waters Donald, 2003, P.53): إعادة تحديد العمليات؛ إعادة توقيت فترة الصيانة؛ توقف العمال.

ويمكن أن تتضمن أيضا تلك العلاوات المدفوعة للعمل الايجابي لسد العجز كـ (Waters Donald, 2003, P.53): بعث الطلبات الطارئة؛ استخدام موردين بديلين وأغلى؛ تخزين جزئي للسلع تامة الصنع؛ دفع ثمن التسليم الخاص.

إن عملية تقدير تكاليف العجز الإجمالية تعتمد على معرفة التكاليف الجزئية التالية (زيد تميم البلخي وآخرون، 2005، ص.15):

- تكاليف الاستقدام الاستعجالي للبضاعة للتغطية اللحظية لطلبات الزبائن؛
- تكاليف التوزيع الاستعجالي للبضاعة للتغطية اللحظية لطلبات الزبائن؛
- تكاليف التعامل مع ممولين جدد بأسعار باهظة جدا مقارنة مع أسعار الممولين المعتاد التعامل معهم؛
- تكاليف متنوعة ناجمة عن الإجراءات المتخذة من طرف المؤسسة لمعالجة حالة العجز.

4. تطبيق خوارزمية (Wagner-Whitin)

1.4. محددات تطبيق خوارزمية (Wagner-Whitin): بعد جمعنا للبيانات اللازمة والتي سنستخدمها لحساب المحددات اللازمة لتطبيق هذه الخوارزمية وذلك لتحديد كمية الطلب المثلى وعددها الأمثل في السنة، فإنه يلزم توفر ثلاثة محددات اساسية هي:

أ. الطلب: تحصلنا على جدول الطلب على مادة القمح الصلب وهي المادة الأكثر طلبا واهمية في المؤسسة، كما يوضحه الجدول التالي:

جدول 1: الطلب على مادة القمح الصلب لمؤسسة قاضي للمطاحن

الشهر	1	2	3	4	5	6
الطلب	1437	1431	1260	1231	1217	1204
الشهر	7	8	9	10	11	12
الطلب	1196	1088	1071	995	872	820

المصدر: من اعداد الباحثين استنادا على سجلات المؤسسة

من خلال دراستنا للطلب على هذه المادة تبين ان الطلب عليها محدد الا انه متغير عبر الزمن، مما يجعل هذا الطلب ديناميكيا، وتخطيط هذا الطلب لابد ان يكون عن طريق أساليب البرمجة الديناميكية (*DP*) التي تعتبر الانسب لهذا النوع من الطلب، والتي تقوم بتحويل مشكلة توريد الطلب سلسلة من المشكلات الفرعية المترابطة التي يتم ترتيبها على مراحل، بحيث يكون كل مشكلة فرعية أكثر قابلية للتتبع مقارنة بالمشكلة الأصلية.

ب. تكلفة إعداد الطلبية (K): وتسمى أيضا بتكلفة الإصدار (Startup Cost) قمنا بحساب وتحديد هذه التكلفة والتي وجدنا انها تساوي: 734.5 61 دج؛

ج. تكلفة التخزين (h): وتسمى أيضا تكلفة الاحتفاظ (Holding Cost) قمنا بحساب وتحديد هذه التكلفة للقنطار الواحد من القمح الصلب في الشهر وتساوي 19.6 دج.

2.4. عرض طريقة عمل خوارزمية (Wagner-Whitin): تقوم خوارزمية واغنر-وايتن ترجع الصيغة الأصلية لهذه المشكلة إلى واغنر & ويتين سنة 1958 (Graves S.C,A.H.G. Rinnooy Kan, P.H. zipkineds, 1993,P.18) بإيجاد الحل الأمثل لمسائل المخزون التي يكون الطلب فيها ديناميكيا ولكنه يأخذ قيما صحيحة خلال فترة زمنية منتهية ومحددة مسبقا، وتشترط هذه الخوارزمية ما يلي (زيد تميم البلخي واخرون، 2005، ص.112-113):

- تتألف الفترة الزمنية من عدد من الفترات الجزئية معروفة ومحددة مسبقا
- الطلب للفترة الجزئية i معروف ومحدد ويجب تلبيته في الوقت المحدد؛
- يتم طلب أي طلبية بطريقة تسمح بوصولها في بداية إحدى الفترات الجزئية؛
- تهدف هذه الخوارزمية إلى تحديد الكميات المطلوبة أو المنتجة للفترات: $1,2,3,.....,N$ والتي تجعل من التكلفة الكلية للمخزون أقل ما يمكن.

ومن اجل الوصول إلى الحل الأمثل، فتتلخص الإجراءات الرئيسية لهذه الخوارزمية في الآتي:
تحل الخوارزمية الأولية لواغنر-وايتين مشكلة الفترة الواحدة أولاً، ثم تحل بشكل منتظم الخلايا الفرعية إلى أن يتم تحديد الإجابة الكلية عن مشكلة الفترات، وهذا هو تعريف الخوارزمية المتكررة العكسيّة كما يلي (Lestari, Akbar adhiutama, 2014, P.147):

$$c_i = \min_{i \le j \le N} \left[c_i^j + c_{j+1} \right] \dots\dots\dots\dots\dots (01)$$

$$c_i^j = K + c(\lambda + \lambda + \cdots + \lambda) + h(\lambda + 2\lambda + \cdots + (j-1)\lambda) \dots\dots\dots (02)$$

N: طول مدة التخطيط؛

K : تكلفة إعداد الطلبية؛

λ_i : الطلب في الفترة i؛

h : تكلفة التخزين لوحدة واحدة لفترة واحدة؛

c : تكلفة الوحدة؛

c_i^j : تكلفة إعداد الطلبية وتكلفة التخزين للوحدة في الفترة i؛

c_i: كلفة إعداد الطلبية وتكلفة التخزين للوحدة من الفترة i إلى الفترة j عندما يتم طلب طلبية في بداية الفترة i.

ومن اهم الفرضيات التي تقوم عليها الخوارزمية نذكر:

- أن المخزون الأولي يساوي الصفر $(I_0 = 0)$

- هناك دائما سياسة مثلى مثل هذا $I_0 \times X_i = 0$ عندما I_{i-1} هو المخزون الذي يدخل في الفترة i و X_i هو الكمية المنتجة في الفترة وهذا يعني أنه لا يمكن تقديم طلب جديد إلا عندما يصبح مستوى المخزون صفرًا.

- هناك دائما سياسة مثلى بحيث تكون لكل i، $X_i = \sum_{j=i}^{k} \lambda_j$ لبعض K، $i \le K \le N$ عندما يكون λ_i هو الطلب في الفترة i. وهذا يعني أنه بالنسبة لأي فترة معينة، يكون الإنتاج إما صفرًا أو مجموع الطلبات اللاحقة لبعض الفترات في المستقبل.

- هناك سياسة مثلى مثل هذا إذا كان الطلب λ_i في الفترة i^* محقق ببعض كمية X_i^{**} التي انتجت في الفترة i^{**}، $i^{**} \le i^*$ ثم $\lambda_i (i = i^{**} + 1, \dots i^* - 1)$ تكون دائما محققة بـ: X_i^{**} .

3.4. تطبيق خوارزمية (Wagner-Whitin): قمنا بتطبيق الخوارزمية باستعمال برنامج Excel 2013 وذلك بالاعتماد على:

- الطلب الشهري على مادة القمح الصلب الموضح في الجدول رقم (01)؛

- K : تكلفة إعداد الطلبية والتي تساوي 61 734.5 دج؛

- h : تكلفة التخزين للقنطار الواحد من القمح الصلب في الشهر والتي تساوي 19.6 دج،

الجدول في الملحق رقم (1) يوضح مراحل حل الخوارزمية خطوة بخطوة، ومنه تم تحديد السياسة المثلى للمخزون والموضحة في جدول الملحق رقم (2)،

كما قمنا باستخدام برنامج WinQsb 2.0 والذي اعطى نفس النتائج المتحصل عليها كما هو موضح أسفله:

جدول 2: نتائج تطبيق خوارزمية (Wagner-Whitin)

03-04-2018 MONTHE	Demand	Production (Lot Size)	Setup	Expected Inventory	Expected Backorder	Cumulative Cost
Initial				0		
1	1437.00	2868.00	Yes	1431.00	0	$89782.10
2	1431.00	0	No	0	0	$89782.10
3	1259.50	2490.50	Yes	1231.00	0	$175644.20
4	1231.00	0	No	0	0	$175644.20
5	1217.00	2421.00	Yes	1204.00	0	$260977.10
6	1204.00	0	No	0	0	$260977.10
7	1196.00	3355.00	Yes	2159.00	0	$365028.00
8	1088.00	0	No	1071.00	0	$386019.60
9	1071.00	0	No	0	0	$386019.60
10	995.00	2687.00	Yes	1692.00	0	$480917.30
11	872.00	0	No	820.00	0	$496989.30
12	820.00	0	No	0	0	$496989.30
	Solution	Method:	WW		Total Cost =	$496989.30

المصدر: من اعداد الباحثين باستخدام برنامج WinQsb 2.0

5. تحليل النتائج.

من خلال تطبيقنا لخوارزمية (Wagner-Whitin)، لبرمجة الطلب على مادة القمح الصلب بالمؤسسة محل الدراسة، فقد أصبح بإمكانها القيام بتقديم خمس (5) طلبيات في السنة فقط، عوضا عن اثنتا عشر (12) طلبية والتي كانت تتم كل شهر كما يوضحه الجدول في الملحق رقم (02)، والذي يوضح السياسة المثلى لتوريد مادة القمح الصلب كالتالي:

– **الطلب في الشهر الأول**: 2868 قنطار والتي تغطي الشهر الاول بـ: 1437 قنطار والشهر الثاني بـ: 1431 قنطار، بتكلفة اجمالية قدرها: 734.5 61 دج

+(0×1437)+(19.6×1431) = 782.1 89 دج

– **الطلب في الشهر الثالث**: 2490.5 قنطار والتي تغطي الشهر الثالث بـ: 1259.5 قنطار والشهر الرابع بـ: 1231 قنطار، بتكلفة اجمالية قدرها: 734.5 61 دج

+(0×1259.5)+(19.6×1231) + تكلفة الطلبية الاولى 782.1 89 دج = 175 644.2 دج.

– **الطلب في الشهر الخامس**: 2421 والتي تغطي الشهر الخامس بـ: 1217 قنطار والشهر السادس بـ: 1204 قنطار، بتكلفة اجمالية قدرها: 734.5 61 دج+(1217×0)+(1204×19.6)+644.2 175 دج (التكلفة الكلية للطلبية الثانية)= 977.1 260دج.

– **الطلب في الشهر السابع**: 3355 والتي تغطي الشهر السابع بـ: 1196 قنطار والشهر الثامن بـ: 1088 قنطار والشهر التاسع بـ: 1071 قنطار، بتكلفة اجمالية قدرها: 61 734.5 دج+[(3355-1196)× 19.6]+(1071×19.6)+977.1 260دج= 386 019.6 دج.

– **الطلب في الشهر العاشر**: 2687 والتي تغطي الشهر العاشر بـ: 955 قنطار والشهر الحادي عشر بـ: 872 قنطار والشهر الثاني عشر بـ: 820 قنطار، بتكلفة اجمالية قدرها: 61 734.5 دج+[(2687-955)×19.6]+(820×19.6)+386 019.6 دج= 496 989.3 دج.

من خلال الطلبيات السابقة فالمؤسسة تستطيع تخفيض تكاليف اعداد الطلبية لسبع مرات، ومنه فالتكلفة الكلية للسياسة المثلى هي: 496 989.3 دج والتي كانت في السابق تقدر بـ: 1 011 715.4 دج. أي ان المؤسسة استطاعت ان توفر ما قيمته 514 726.1 دج بنسبة تعدت 50%.

6. الخاتمة.

تناول موضوع المقال تطبيق أحد أهم الأساليب الكمية لبحوث العمليات على مستوى المؤسسة الاقتصادية، وهي خوارزمية واغنر–وايتن التي تستخدم في حل مسائل البرمجة الديناميكية، للحصول على حلول لمشاكل القرارات متعددة المراحل واتخاذ قرار في كل مرحلة من المراحل بحيث تكون الفعالية الإجمالية المحددة على جميع المراحل هي المثلى،

وفي دراستنا لمخزون المؤسسة محل الدراسة وجدنا انها تعاني من مشكلة تكدس المخزون وزيادته عن حاجتها الامر الذي يؤدي الى زيادة تكاليف التشغيل وارتفاع مخاطر الاحتفاظ به، ولحل هذه المشكلة قمنا بتطبيق خوارزمية واغنر–وايتن لتحديد الحجم الامثل للطلب على مخزون القمح الصلب، حيث كانت النتائج جد ايجابية من خلال تقليص عدد الطلبيات إلى خمس

مرات في السنة فقط واظهرت النتائج ان تطبيق هذه الخوارزمية قد ساهم في تدنية التكاليف الكلية المخزون الى أكثر من 50%، ومنه فإن تنفيذ هذه السياسة، سوف يمكن المؤسسة من تقليل تكاليف الاحتفاظ بالمخزون وكذلك تكاليف التشغيل وتوفير رأس مال لمشاريع أو أقسام أخرى.

تعتبر خوارزمية (Wagner-Whitin) من اهم الطرق المستخدمة في مجال تخطيط المخزون الذي يتسم الطلب عليه بالديناميكية وهو ما تناولته هذه الدراسة، ويمكن للباحثين وفي نفس المجال استخدام طريقة اخرى نراها مهمة جدا وهي استكشافية سلفر-ميل.

وبناء على ما تقدم ذكره واستنادا لنتائج الدراسة، فإننا نوصي بضرورة اعتماد المؤسسات الاقتصادية الجزائرية على الاساليب العلمية في تخطيط مخزوناتها نظرا لما توفره هذه الاساليب من قرارات مثلى وسليمة وعلى راسها خوارزمية (Wagner-Whitin).

7. قائمة المراجع.

1.7. قائمة المراجع باللغة العربية

-الكتب:

اليمين فالتة، (2008)، **إدارة المخزون باستخدام التقنيات الكمية الحديثة لتخفيض التكاليف**، ايتراك، القاهرة، مصر، ص 50.

زيد تميم البلخي، لطفي عبد القادر تاج، مسعود احمد بونخل، (2005)، **مدخل إلى نظم ضبط ومراقبة المخزون**، النشر العلمي والمطابع جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية، ص 15.

سليمان محمد مرجان، (2002)، **بحوث العمليات**، الجامعة المفتوحة، طرابلس، ليبيا، ص 221.

صلاح الدين محمد، عبد الباقي وعبد الغفار حنفي (2000)، **إدارة المشتريات والمخازن**، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، ص 280.

-المقالات:

السبعاوي أحمد محمود، غالية توفيق. (2011)، **نموذج تخزين احتمالي مقيد ومتعدد العناصر**، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، المجلد 11، العدد 20، ص 522-542. على الخط:
https://www.iasj.net/iasj?func=issueTOC&isId=1617&uiLanguage=en
(تاريخ الزيارة 2018/01/03).

-القوانين واللوائح:

الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية (2009)، العدد 19، 25 مارس، ص 12.

2.7. قائمة المراجع باللغة الانجليزية

-Books

Alan Rushton, Phil Croucher, Peter Baker (2006), **The handbook of logistics and distribution management**, 3ed, Bell & Bain, United Kingdom, P. 205.

Charu Chandra, Janis Grabis (2008), **Inventory management with variable lead-time dependent procurement cost**, international Journal of management science (Omega) 36, P. 877– 887.

Gopal C. Rama (2009), **Accounting For Management,** New Age International (P) Ltd, New Delhi, P. 134.

Georges Javel (2010), **Organisation et gestion de la production (Cours avec exercices corrigés)**, 4ed, Dunod, Paris, 2010, P. 30,31.

Graves S.C, A.H.G. Rinnooy Kan, P.H. Zipkineds (1993), **logistics of production and inventory,** Handbooks in Operations Research and Management Science, Elsevier Science Publishers B.V, USA, P.18.

Hamdy Taha (2007), **Operations Research an introduction**, 8ed, Pearson Education, New Jersey, USA, P. 429.

Hillier Lieberman (2001), **Introduction to Operations Research**, 7ed, The Graw Companies, USA, P. 939.

Mohamad JABER Y. (2009), **Inventory management (Non-Classical Views)**, Taylor & Francis Group, USA, p 48.

Murthy P. Rama (2007), **Operations Research**, 2ed, New Age International (P) Ltd, New Delhi, P. 354

Nigel Slack et al (2005), **Operations management**, 4ed, Pearson Education, England, P. 371.

Sadiwala C.M, Sadiwala Ritesh C (2007), **Materials and financial management**, New age international publishers, New Delhi, P. 121.

Steven M. Bragg (2010), **Cost Reduction Analysis: tools and strategies**, John Wiley & Sons, USA, P. 264.

Waters Donald **(2003), Inventory control and management**, 2nd, John Wiley & Sons, USA, P. 53.

-Journal Articles

Marco Bijvank, Iris F.A. Vis (2011), **Lost-sales inventory theory: A review,** European Journal of Operational Research (215), P. 1–13

S.M. Samak-Kulkarni ,N.R. Rajhans (2013), **Determination of Optimum Inventory Model for Minimizing Total Inventory Cost**, Procedia Engineering 51, P. 803 – 809

-Conferences

Lestari, Akbar Adhiutama (2014), **Optimal lot sizing decision case study: A pharmaceutical manufacture in Indonesia,** International Conference on Trends in Economics, Humanities and Management (ICTEHM'14) Aug 13-14, 2014 Pattaya (Thailand), P. 147.

3.7. قائمة المراجع باللغة الفرنسية:

Blondel François (2006), **Aide-mémoire Gestion industrielle**, 2ed, DUNOD, Paris, P. 151.

John Kamauff (2010)**, Manager's Guide to Operations Management**, McGraw-Hill, USA, P. 187.

8. الملاحق.

ملحق 1: طريقة تطبيق خوارزمية (Wagner-Whitin)

t	k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	تكلفة التخزين	تكلفة الاعداد	تكلفة الفترة	التكاليف الكلية	التكلفة الاقل
1	0	1437												0	61734.5	0	61734.5	61734.5
2	0	2868	0											28047.6	61734.5	0	89782.1	89782.1
	1	1437	1431											0	61734.5	61734.5	123469	
3	0	4127.5	0	0										77420	61734.5	0	139154.5	139154.5
	1	1437	2691	0										24686.2	61734.5	61734.5	148155.2	
	2	2868	0	1259.5										0	61734.5	89782.1	151516.6	
4	0	5358.5	0	0	0									149802.8	61734.5	0	211537.3	
	1	1437	3921.5	0	0									72941.4	61734.5	61734.5	196410.4	
	2	2868	0	2490.5	0									24127.6	61734.5	89782.1	175644.2	175644.2
	3	4127.5	0	0	1231									0	61734.5	139154.5	200889	
5	0	6575.5	0	0	0	0								245215.6	61734.5	0	306950.1	
	1	1437	5138.5	0	0	0								144501	61734.5	61734.5	267970	
	2	2868	0	3707.5	0	0								71834	61734.5	89782.1	223350.6	223350.6
	3	4127.5	0	0	2448	0								23853.2	61734.5	139154.5	224742.2	
	4	5358.5	0	0	0	1217								0	61734.5	175644.2	237378.7	
6	0	7779.5	0	0	0	0	0							363207.6	61734.5	0	424942.1	
	1	1437	6342.5	0	0	0	0							238894.6	61734.5	61734.5	362363.6	
	2	2868	0	4911.5	0	0	0							142629.2	61734.5	89782.1	294145.8	
	3	4127.5	0	0	3652	0	0							71050	61734.5	139154.5	271939	
	4	5358.5	0	0	0	2421	0							23598.4	61734.5	175644.2	260977.1	260977.1
	5	6575.5	0	0	0	0	1204							0	61734.5	223350.6	285085.1	
7	0	8975.5	0	0	0	0	0	0						503857.2	61734.5	0	714865.3	
	1	1437	7538.5	0	0	0	0	0						356102.6	61734.5	61734.5	479571.6	
	2	2868	0	6107.5	0	0	0	0						236395.6	61734.5	89782.1	387912.2	
	3	4127.5	0	0	4848	0	0	0						141374.8	61734.5	139154.5	342263.8	
	4	5358.5	0	0	0	3617	0	0						70481.6	61734.5	175644.2	307860.3	307860.3
	5	6575.5	0	0	0	0	2400	0						23441.6	61734.5	223350.6	308526.7	
	6	7779.5	0	0	0	0	0	1196						0	61734.5	260977.1	322711.6	
8	0	10063.5	0	0	0	0	0	0	0					653130.8	61734.5	0	714865.3	
	1	1437	8626.5	0	0	0	0	0	0					484051.4	61734.5	61734.5	607520.4	
	2	2868	0	7195.5	0	0	0	0	0					343019.6	61734.5	89782.1	494536.2	
	3	4127.5	0	0	5936	0	0	0	0					226674	61734.5	139154.5	427563	
	4	5358.5	0	0	0	4705	0	0	0					134456	61734.5	175644.2	371834.7	
	5	6575.5	0	0	0	0	3488	0	0					66091.2	61734.5	223350.6	351176.3	344036.4
	6	7779.5	0	0	0	0	0	2284	0					21324.8	61734.5	260977.1	344036.4	
	7	8975.5	0	0	0	0	0	0	1088					0	61734.5	307860.3	369594.8	
9	0	11134.5	0	0	0	0	0	0	0	0				821063.6	61734.5	0	882798.1	
	1	1437	9697.5	0	0	0	0	0	0	0				630992.6	61734.5	61734.5	754461.6	
	2	2868	0	8266.5	0	0	0	0	0	0				468969.2	61734.5	89782.1	620485.8	
	3	4127.5	0	0	7007									331632	61734.5	139154.5	532521	
	4	5358.5	0	0	0	5776	0	0	0	0				218422.4	61734.5	175644.2	455801.1	
	5	6575.5	0	0	0	0	4559	0	0	0				129066	61734.5	223350.6	414151.1	
	6	7779.5	0	0	0	0	0	3355	0	0				63308	61734.5	260977.1	386019.6	386019.6
	7	8975.5	0	0	0	0	0	0	2159	0				20991.6	61734.5	307860.3	390586.4	
	8	10063.5	0	0	0	0	0	0	0	1071				0	61734.5	344036.4	405770.9	
10	0	12129.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0			996581.6	61734.5	0	1058316.1	
	1	1437	10692.5	0	0	0	0	0	0	0	0			787008.6	61734.5	61734.5	910477.6	
	2	2868	0	9261.5	0	0	0	0	0	0	0			605483.2	61734.5	89782.1	756999.8	
	3	4127.5	0	0	8002	0	0	0	0	0	0			448644	61734.5	139154.5	649533	
	4	5358.5	0	0	0	6771	0	0	0	0	0			315932.4	61734.5	175644.2	553311.1	
	5	6575.5	0	0	0	0	5554	0	0	0	0			207074	61734.5	223350.6	492159.1	
	6	7779.5	0	0	0	0	0	4350	0	0	0			121814	61734.5	260977.1	444525.6	
	7	8975.5	0	0	0	0	0	0	3154	0	0			59995.6	61734.5	307860.3	429590.4	
	8	10063.5	0	0	0	0	0	0	0	2066	0			19502	61734.5	344036.4	425272.9	425272.9
	9	11134.5	0	0	0	0	0	0	0	0	995			0	61734.5	386019.6	447754.1	
11	0	13001.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1167493.6	61734.5	0	1229228.1	
	1	1437	11564.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0		940829.4	61734.5	61734.5	1064298.4	
	2	2868	0	10133.5	0	0	0	0	0	0	0	0		742212.8	61734.5	89782.1	893729.4	
	3	4127.5	0	0	8874	0	0	0	0	0	0	0		568282.4	61734.5	139154.5	769171.4	
	4	5358.5	0	0		7643	0	0	0	0	0	0		418479.6	61734.5	175644.2	655858.3	
	5	6575.5	0	0	0	0	6426	0	0	0	0	0		292530.0	61734.5	223350.6	577615.1	
	6	7779.5	0	0	0	0	0	5222	0	0	0	0		190178.8	61734.5	260977.1	512890.4	
	7	8975.5	0	0	0	0	0	0	4026	0	0	0		111269.2	61734.5	307860.3	480864.0	
	8	10063.5	0	0	0	0	0	0	0	2938	0	0		53684.4	61734.5	344036.4	459455.3	4594553
	9	11134.5	0	0	0	0	0	0	0	0	1867	0		17091.2	61734.5	386019.6	464845.3	
	10	12129.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	872		0	61734.5	425272.9	487007.4	
12	0	13821.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1344285.6	61734.5	0	1406020.1	
	1	1437	12384.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1101549.4	61734.5	61734.5	1225018.4	
	2	2868	0	10953.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	886860.8	61734.5	89782.1	1038377.4	
	3	4127.5	0	0	9694	0	0	0	0	0	0	0	0	696858.4	61734.5	139154.5	897747.4	
	4	5358.5	0	0	0	8463	0	0	0	0	0	0	0	530983.6	61734.5	175644.2	768362.3	
	5	6575.5	0	0	0	0	7246	0	0	0	0	0	0	388962	61734.5	223350.6	674047.1	
	6	7779.5	0	0	0	0	0	6042	0	0	0	0	0	270538.8	61734.5	260977.1	593250.4	
	7	8975.5	0	0	0	0	0	0	4846	0	0	0	0	175557.2	61734.5	307860.3	545152	
	8	10063.5	0	0	0	0	0	0	0	3758	0	0	0	101900.4	61734.5	344036.4	507671.3	
	9	11134.5	0	0	0	0	0	0	0	0	2687	0	0	49235.2	61734.5	386019.6	496989.3	496989.3
	10	12129.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1692	0	16072	61734.5	425272.9	503079.4	
	11	13001.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	820	0	61734.5	459455.3	521189.8	

ملحق2: نتائج تطبيق خوارزمية (*Wagner-Whitin*) لتحديد سياسة تحديد المخزون المثلى

الفترة / الطلب	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	61734.5	89782.1	139154.5	211537.3	306950.1	424942.1	714865.3	714865.3	882798.1	1058316	1229228	1406020
2		123469	148155.2	196410.4	267970	362363.6	479571.6	607520.4	754461.6	910477.6	1064298	1225018
3			151516.6	175644.2	223350.6	294145.8	387912.2	494536.2	620485.8	756999.8	893729.4	1038377
4				200889	224742.2	271939	342263.8	427563	532521	649533	769171.4	897747.4
5					237378.7	260977.1	307860.3	371834.7	455801.1	553311.1	655858.3	768362.3
6						285085.1	308526.7	351176.3	414151.1	492159.1	577615.1	674047.1
7							322711.6	344036.4	386019.6	444525.6	512890.4	593250.4
8								369594.8	390586.4	429590.4	480864	545152
9									405770.9	425272.9	459455.3	507671.3
10										447754.1	464845.3	496989.3
11											487007.4	503079.4
12												521189.8
	61734.5	89782.1	139154.5	175644.2	223350.6	260977.1	307860.3	344036.4	386019.6	425272.9	459455.3	496989.3

المصدر: من اعداد الباحثين