Determination of the lot size using the Wagner-Whitin algorithm under the Constraint Theory / Case Study of Diyala Public Company

تحديد حجم الدفعة باستعمال خوارزمية Wagner-Whitin في ظل نظرية القيود / دراسة حالة في شركة ديالى العامة

أ.م.د. مها كامل جواد / جامعة بغداد / كلية الإدارة والاقتصاد / قسم إدارة الاعمال
م.م. عمر فلاح حسن العبيدي / كلية الرفدين الجامعة / قسم إدارة الاعمال

OPEN ACCESS

CC BY NC SA

P - ISSN 2518 - 5764
E - ISSN 2227 - 703X

Received:19/3/2019
Accepted:23/4/2019

المستخلص البحث

تتجه الشركات العالمية جاهدة نحو تخفيض تكاليفها بهدف زيادة أرباحها، وهذه التوجهات افرزت العديد من الأساليب والتقنيات التي تحقق لها هذه الأهداف، ومن هذه الأساليب ما هي اجتهادية وأخرى امثليه، يتضمن البحث محاولة لتكيف بعض هذه التقنيات في الشركات العراقية، ومن هذه التقنيات هي تحديد الحجم الأمثل للدفعة باستعمال خوارزمية (Wagner-Whitin)في ظل نظرية القيود، واعتمد البحث منهج دراسة الحالة للوقوف بشكل موضوعي على مشكلة البحث والمتمثلة بتحديد حجم الدفعة الأمثل لكل منتوج من منتجات معمل المقاييس الالكترونية في شركة ديالى وفي ظل الاختناقات التي تعانيها محطات العمل او القيود والتي تحد من الطاقة، فالخوض في هذه الموضوعات تمت في ضوء التحليل الميداني للمشكلات التي يعانيها معمل المقاييس الالكترونية بمنتجاته الأربعة، يهدف البحث الى تحديد نقاط الاختناق والمعوقات في محطات العمل من خلال استعمال بعض أدوات نظرية القيود والعمل على معالجتها من خلال تحديد المزيج الأمثل، فضلا عن العمل على تحديد الحجم الامثل للدفعات ولكل منتج وبما تضمن تلك الدفعات الكلفة الأقل، اذ تتمثل أهمية البحث بتوجيه اهتمام الشركة نحو استخدام الأساليب العلمية للتعامل مع المشكلات المطروحة في هذا البحث ليكون نقطة انطلاق نحو فهم شامل لتلك الأساليب وللفوائد المتوخاة من استعمالها. يهدف البحث الى تكيف تقنيات تحديد حجم الدفعة والمتمثلة بخوارزمية (Wagner-Whitin) في الشركات العراقية. اعتمد البحث منهج دراسة الحالة للوقوف بشكل موضوعي على مشكلة البحث والمتمثلة بتحديد حجم الدفعة الأمثل لكل منتوج من منتجات معمل المقاييس الالكترونية في شركة ديالى وفي ظل الاختناقات التي تعانيها محطات العمل او القيود والتي تحد من الطاقة. أظهرت نتائج البحث بقدرة تطبيق نظرية القيود بتحديد المزيج الأمثل الذي يحقق الربح الأعلى وبحسب الأولوية، ومساهمتها بمعالجة الاختناق من خلال جدولة الإنتاج في ضوء الطاقة المتاحة في كل محطة عمل شهريا، كما بينت النتائج بأفضلية خوارزمية (Wagner-Whitin) في تحديد الحجم الامثل الدفعة على أسلوب الشركة المتبع وباعتماد معاير الكلفة.

المصطلحات الرئيسة للبحث/ حجم الدفعة، خوارزمية Wagner-Whitin، نظرية القيود.

Journal of Economics and Administrative Sciences
2019; Vol. 25, No.114
Pages:81-108

المقدمة

ان تحديد الحجم الأمثل للدفعة في الشركات العراقية تعتبر أكثر تعقيدا نتيجة التغيير المستمر في فترات تجهيز المواد المطلوبة وتغير مصادرها فضلا مركزية اتخاذ القرار واعتماد سياسة التخزين وضعف التخطيط، وعدم إعطاء أهمية لتحديد حجم الدفعة ومدى مساهمتها في تحسين ربحية الشركات، وبنفس الصدد فأن نظرية القيود وما توفره من أدوات تساعد في معالجة الاختناقات والتعامل مع قيود الداخلية والخارجية وأساليب معالجته والتي تصب في تحسين أداء الشركات، ان تحديد حجم الدفعة في ظل وجود اختناقات يعتبر من التوجهات الجديدة بعد ان كان تحديد هذه الدفعات بمعزل عن الاختناقات مما يؤدي الى زيادة تلك الاختناقات وصعوبة معالجتها، ومن هذا المنطلق يركز البحث الحالي على تحديد الحجم الأمثل للدفعة في ضوء الطاقة المتاحة في محطات العمل، وذلك باستخدام خوارزمية *(W-W)* لتحديد حجم الدفعة في ظل الطاقة المتاحة ومدى انعكاس هذه العملية في معالجة الاختناقات بعد تحديدها بهدف تحسين ربحية الشركة.

المبحث الأول/ منهجية البحث

اولاً: مشكلة البحث

من خلال اطلاع الباحث ميدانيا على خطوط الإنتاج في الشركة ديالى العامة / معمل المقاييس الالكترونية لوحظ ان الشركة تستخدم أساليب علمية في تحديد ومعالجة نقاط الاختناق ولكنها غير كافية لمعالجة هذه الاختناقات والامر نفسه بالنسبة لتحديد حجم الدفعة وهذا ما تسبب في تراكم الخزين تحت التشغيل بين محطات العمل وتداخل بين مسؤوليات العاملين في محطات العمل، فضلا عن وجود وقت عاطل بين محطات العمل وبشكل كبير نتيجة وجود اختناقات في بعض المحطات، الامر الذي يجعل العاملين في المحطات الاخرى التوقف عن العمل بانتظار وصول الاجزاء من المحطة السابقة، وبهذا العرض يمكن ابراز مشكلة البحث بالتساؤلات الاتية:

1- هل تعتمد الشركة المبحوث تقنيات علمية لتحديد الحجم الامثل لدفعات الانتاج؟
2- ما هو حجم الدفعة الامثل من كل منتوج؟
3- هل تعمل الشركة المبحوثة على تحديد نقاط الاختناق بين محطات العمل لمعالجتها؟ وما مدى وجود نقاط اختناق (قيود) بين محطات العمل على طول خط الانتاج؟
4- ما المزيج الأفضل لمنتجات الشركة على وفق الأولوية التي تفرضها نظرية القيود؟
5- ما مدى مساهمة استعمال خوارزمية ***Wagner-Whitin*** في خفض الكلف الاجمالية.
6- هل تعتمد الشركة أسلوب التخزين ام إطلاق الطلبيات عند تحديد الحجم الامثل للدفعة باستعمال ***Wagner-Whitin***؟

ثانياً: أهمية البحث

تتعزز خصوصية البحث في تعاملها مع متغيرات ذات أهمية كبيرة في المجال الميداني للشركة المبحوثة وباعتماد أساليب علمية لتحديد الاختناقات والتعامل مع احجام الدفعات. لذا تكمن أهمية البحث على المستوى الميداني بالتالي:

1- تتمثل أهمية الدراسة في تعزيز كفاءة محطات العمل من خلال معالجة نقاط الاختناق من خلال ادخال الوسائل العلمية لمعالجة هذه الاختناقات، فضلا عن تقديم الاساليب العلمية في تحديد الحجم الأفضل للدفعة.
2- يعتبر البحث مرشدا للشركة التي تعاني من الاختناق في خطوطها الإنتاجية لاستعمال الأساليب العلمية في تحديد حجم الدفعة الاقتصادية والتي تضمن للشركة الحصول على الكلفة الأقل من الأساليب المستعملة حاليا.
3- توجيه الشركة للاهتمام بالأساليب العلمية في معالجة الاختناقات وتحديد احجام الدفعات.
4- توجيه اهتمام الشركة نحو استعمال الأساليب العلمية للتعامل مع المشكلات المعروضة في هذا البحث ليكون نقطة انطلاق نحو فهم شامل لتلك الأساليب وللفوائد المتوخاة من استخدامها.

ثالثاً: اهداف البحث

يمكن تحديد اهداف البحث بما يأتي:

1- تحديد نقاط الاختناق والمعوقات في محطات العمل من خلال استعمال بعض أدوات نظرية القيود ووفقا لمبادئ هذه النظرية.

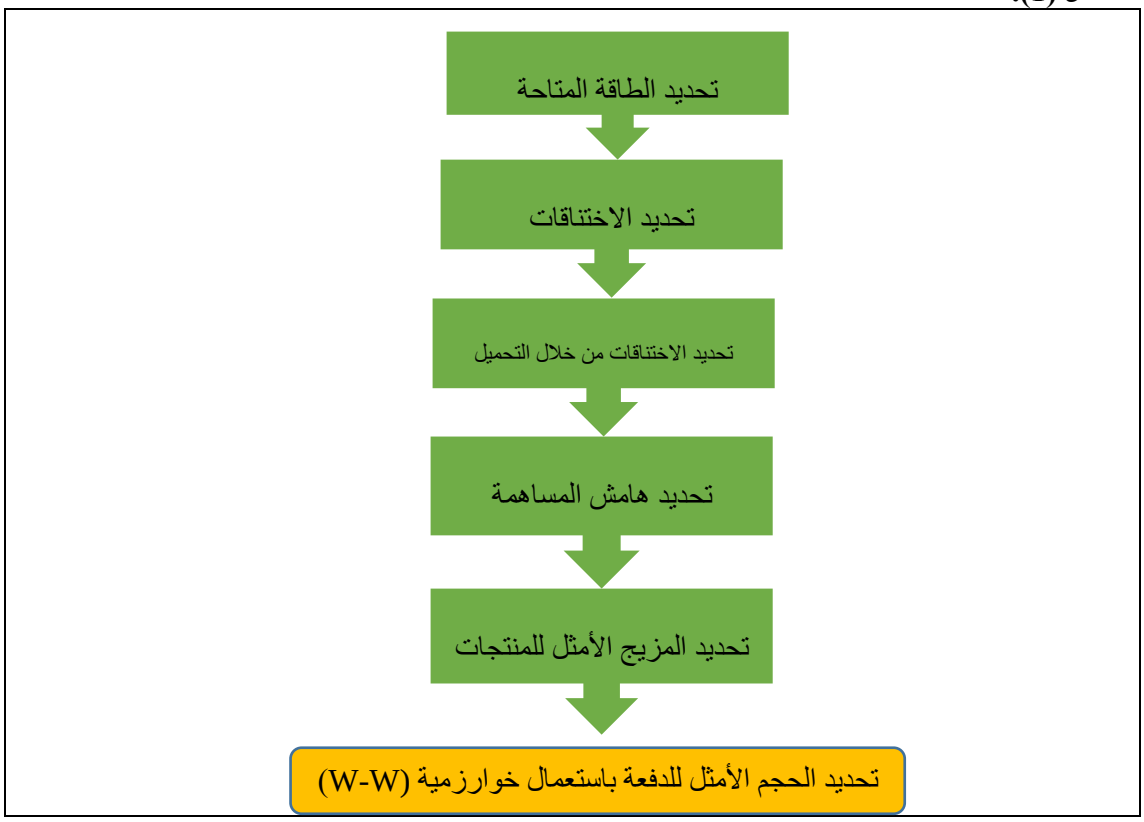
2- العمل على تحديد الحجم الامثل للدفعات ولكل منتج وبما تضمن تلك الدفعات الكلفة الاقل وباستعمال ***Wagner-Whitin***.

3- تطبيق البرمجيات الخاصة بخوارزمية تحديد حجم الدفعة.

4- معالجة الاختناقات تلك التي ظهرت بين محطات العمل وانعكاس ذلك على ربحية الشركة بعد تحديد الحجم الأمثل للدفعة.

رابعاً: المخطط الاجرائي للبحث

الشكل (1) يبين الخطوات الإجرائية والتي تبدأ بتحديد الطاقة المتاحة شهريا لجميع محطات العمل بهدف تحديد التحميل لكل محطة في ضوء الطلب لكل منتج وما متاح من وقت للمعالجة، ومن ثم تحديد الاختناقات في ضوء التحميل الإجمالي لكل محطة عمل، ليجري العمل على تحديد هامش المساهمة لكل منتج وترتيبها تنازليا ليتم البدء أولا بالمنتج الأعلى مساهمة نزولا لتخفيض انتاج عدد الوحدات الأقل مساهمة في ضوء الطاقة المتاحة. بعد تقديم العرض التوضيحي للبحث نستطيع الان من وضح مخطط فرضي مفصل للبحث وكما في الشكل (1).



الشكل (1) المخطط الاجرائي للبحث

خامسا: متغيرات البحث

أ- حجم الدفعة: -ضمن هذا المتغير تم اعتماد خوارزمية (*Wagner-Whitin*) كطريقة لتحديد حجم الدفعة باستعمال البرمجة الديناميكية لأوامر الطلب وعبر أفق زمني محدود.
ب- نظرية القيود: -منهج اداري يعتمد مجموعة من أدوات التفكير المنطقي لتحديد القيود والعمل على ازالتها وقياسها بهدف تحسين النظام. ان عملية تحديد القيود وهي نقاط الاختناق (*Bottleneck*) والتي يشار لها بانها عملية من سلسلة عمليات تقل طاقتها عن العمليات الأخرى.

سادسا: الحدود المكانية والزمانية

1- الحدود الزمانية
لأنجاز مهمة البحث تطلب مدة زمنية امتدت من 2018/10/3 لغاية 2019/2/21 تخللتها مدة معايشة ميدانية في شركة ديالى العامة ومعمل موقع البحث وباعتماد بيانات مدة 2018 للتحليل.
2- الحدود المكانية
تم اختيار شركة ديالى العامة كمجتمع للبحث بهدف اجراء الجانب العملي، وتحديدا معمل المقاييس الالكترونية كموقع للبحث الحالي، ينتج هذا المعمل اربعة منتجات مختلفة من حيث الحجم وطاقته الكهربائية الا انه هذه المنتجات متشابهة من حيث المكونات وعمليات المعالجة اي انها تمر بنفس المراحل الإنتاجية وتم اعتماد هذه المنتجات كعينة للبحث، وهذه المنتجات هي:
1- مقياس الكتروني ط1(10-40) امبير.
2- مقياس الكتروني ط3(10-60) امبير.
3- مقياس الكتروني ط3(30-90) امبير.
4- مقياس الكتروني ط3(50-150) امبير.

سابعاً: الاساليب والادوات المستخدمة

لتحقيق اهداف البحث والاجابة عن التساؤلات التي تم طرحها في مشكلة البحث، يتطلب منا بيان الادوات والاساليب المستخدمة في البحث، وهذه الادوات هي:
1- البرمجية الخاصة بخوارزمية (*Wagner-Whitin*) لتحديد حجم الدفعة.
2- برنامج *MATLAB 2013a*.
3- برنامج *winOSB*

ثامناً: منهج البحث

يعتمد البحث الحالي على تطبيق أسلوب دراسة الحالة (*Case Study*)، كونه أسلوبا علميا من أساليب البحث العلمي والذي يتميز بالوصف التفصيلي الدقيق لمتغيرات البحث وعمقها للوقوف على طبيعة العلاقة الرابطة بينهما. وهذا ما يسهم في إعطاء مؤشرات علمية دقيقة وحقيقية لحالة الشركة المبحوثة، ومما يوفر القدرة على تحديد المشكلات التي تعانيها الشركة وبالتالي القدرة على معالجتها بموضوعية وحيادية بعيدا عن التحيز في تقييم الوضع الحالي وتقديم التوصيات المناسبة والمعقولة في ضوء إمكانيات الشركة المتاحة.

المبحث الثاني/ التأطير الفكري لمتغيرات البحث

المحور الاول: تحديد حجم الدفعة باستعمال خوارزمية (Wagner-Whitin)

أولاً: حجم الدفعة (Lot Size)

يشير حجم الدفعة (*Lot Size*) إلى عدد الوحدات لأحدى الطلبيات (*Order*). نموذج حجم الدفعة هو تصميم لحالات الإنتاج التي يبدأ فيها العرض ثم الطلب، أثناء العرض سيقلل الطلب من المخزون بينما سيزيد العرض المخزون. أن معدل العرض الذي يفوق معدل الطلب يؤدي بشكل تدريجي الى تراكم المخزون خلال فترة العرض، اما استمرار الطلب سيؤدي إلى انخفاض المخزون تدريجيًا (*Owusu,2013:39-40*).

يعد تحديد احجام الدفعات للإنتاج إحدى المهام الرئيسية لرقابة وتخطيط الإنتاج. يجب التحقق من أحجام الدفعات في كل مرة يتم فيها تصنيع أكثر من منتج واحد على ماكينة (مورد) واحدة وهذا ما يؤدي الى زيادة عملية الاعداد. من أجل تجنب الإعداد المستمر، يتم الجمع بين عدد معين من المنتجات المماثلة في دفعة واحدة. وبالتالي يمكن تعريف الدفعة على أنها عدد المنتجات التي تتم معالجتها في نظام الإنتاج من دون الانقطاع عن معالجة المنتجات الأخرى (*Schmidt et al,2015:143*). او هي عملية تحديد التوقيت الأمثل ومستوى الإنتاج مع الأخذ في الاعتبار المبادلة بين تكاليف الإعداد وتكاليف الإنتاج وتكاليف المخزون. وبهذا فان قرارات تحديد الحجم يمكن أن يكون لها تأثير كبير على إنتاجية وأداء الشركة، وبالتالي قدرتها على المنافسة في السوق وأن تطوير وتحسين إجراءات الحل لمشكلات تغيير الحجم أمر مهم للغاية. (*Nordli,2011:16*). ومن جهة أخرى يرى (*Russell & Taylor,2011:689*) ان حجم الدفعة هي عملية تحديد الكميات التي يتم بها تصنيع الطلبيات او شرائها. اما (*Roy,2005:135*) فقد أشار الى ان حجم الدفعة هي عملية ترتيب الأوامر لعناصر المخزون بكميات تفوق صافي الاحتياجات وذلك لأسباب اقتصادية او حسب الملائمة. وبالتالي فهي تقنية او أسلوب يستعمل لتحديد الكميات المطلوبة لعنصر معين. وهدف النهائي لهذه العملية هو تخفيض الكلفة الاجمالية للمخزون (*Sacco ,2016:5*).

ثانياً: تصنيف مشكلات حجم الدفعات

اخذت مشكلات حجم الدفعة مجالاً كبيراً في الأبحاث بدءًا من الدراسة الأساسية لـ (*W-W*) عام (1958). ثم طورت خوارزمية البرمجة الديناميكية للنموذج غير المقيد (*Uncapacitated model*) والذي تكون فيه تكلفة الإنتاج والاحتفاظ خطية، وتكون تكاليف إنتاج الوحدة، وتكاليف الاحتفاظ للوحدة الواحدة وتكاليف الإعداد هي نفسها لجميع الفترات. يمكن أن تعطي هذه الخوارزمية أفضل الحلول في أوقات التشغيل المعقولة وعندما لا يكون عدد الفترات كبيرًا (*Ullah & Parveen,2010:30*). أي أنه من المفترض أن كمية الوحدات التي يمكن إنتاجها في فترة معينة محدودة. يتم تحديد الكمية المنتجة في ضوء الطاقة المتاحة (*Goisque,2017:11*). يفترض انموذج (*EOQ*) معدل الطلب الثابت والأفق الزمني غير المحدد. وكامتداد لـ (*EOQ*) فإن خوارزمية (*Wagner-Whitin*) تنطبق على المتطلبات المتغيرة بمرور الوقت وعلى أفق التخطيط المنفصل والمحدد. وينظر في جميع البدائل الممكنة لمعالجة الاوامر في الفترات الحالية أو السابقة، يعتمد اختيار البدائل على سياسة الحد الأدنى للكلفة، والتي بموجبها يكون الحجم هو مجموعة من الطلبات المستقبلية لتجنب الحسابات المعقد لخوارزمية (W-W)، يتم اقتراح بعض الأساليب العملية لـ ULSP، مثل (EOQ-MRP، (Silver-Meal)، (PPB)، (LUC) (Zhai ,2011:25-26). وعلى هذا الأساس نشير ادناه الى بعض هذه المشكلات استنادا الى كل من (Karimi et al,2003:336) وزملائه و(Nordli,2011:17-18) و (Brahimi,2004:5-7)، وهي كما يأتي:

1- درجة توفر المعلومات (*Degree of information*): في النماذج المحددة (*Deterministic models*) التي تتطلب معلومات ثابتة مثل الفترات وافق التخطيط والطلب الحتمي تكون عملية تحديد حجم الدفعة أكثر سهولة ولكنها لا تأخذ بنظر الاعتبار التغيرات الخارجية. اما النماذج العشوائية (*Stochastic models*) فأنها تحتوي على المعلمات والتي هي متغيرات عشوائية. والمعلمات العشوائية هي الطلب الخارجي (الوقت و/أو الكمية) ووقت الانتظار.

2- الجدول او النطاق الزمني (Time scale): يمكن ان يكون التخطيط بفترات قصيرة (ساعات أو وجبة عملات أو أيام)، أو فترات طويلة (أسابيع، أشهر) منفصلة. واحد من النماذج الزمنية الذي يتعامل مع الفترات الزمنية المستمرة هو نموذج كمية الطلب الاقتصادي (EOQ) اي ذو أفق زمني لانهائي ولا يفترض وجود قيود على الطاقة ولعنصر واحد. في وقت لاحق تم تطوير نموذج (EOQ) ليتعامل مع العناصر المتعددة ومحدودية الطاقة.

3- افق التخطيط (*The planning horizon*): أفق التخطيط هو الفترة الزمنية التي يمتد فيها جدول الإنتاج الرئيسي الى فترات زمنية مستقبلية. قد يكون أفق التخطيط محددًا أو غير محدد. عادة ما يتلاءم أفق التخطيط المحدد مع طلب الديناميكي، اما غير المحدد فيتلاءم مع الطلب الثابت.

4- عدد المستويات (*Number of levels*): قد تكون أنظمة الإنتاج ذات مستوى واحد أو متعددة المستويات. ففي الأنظمة ذات المستوى الواحد، عادة ما يكون المنتج النهائي بسيطًا. مثل اجراء تغيرات بسيطة بالمواد الاولية، وبعملية واحدة. وبعبارة أخرى، يتم إنتاج المنتج النهائي مباشرة من المواد الاولية أو المواد المشتراة بدون أي عمليات فرعية او وسيطة. حيث يتم تحديد الطلب على المنتج مباشرة من طلبات الزبائن أو توقعات السوق. ويعرف هذا النوع من الطلب بالطلب المستقل (*Independent Demand*) . اما الأنظمة متعددة المستويات، فهناك علاقة بين الأصل والمكون. فتمر المواد الأولية بالعديد من العمليات الفرعية وصولا الى المنتج النهائي. فمخرجات العملية الأولى هي مدخلات لعملية أخرى.

5- عدد المنتجات (*Number of products*): يعد عدد العناصر النهائية أو المنتجات النهائية في نظام الإنتاج من الخصائص المهمة الأخرى التي تؤثر على تعقد مشكلات تخطيط الإنتاج. اذ هناك نوعان رئيسيان من نظام الإنتاج من حيث عدد المنتجات وهي:

- ❖ منتج منفرد *Single-item*: أي هناك منتج واحد فقط (المنتج النهائي) لكل فترة زمنية.
- ❖ متعدد المنتجات *Multi-item*: أي هناك العديد من المنتجات النهائية. فعملية تحديد حجم الدفعة في ظل هذه الأنظمة أكثر تعقيدا من الأنظمة ذات المنتج المنفرد.

6- الطاقة او قيود الموارد *Capacity or resource constraints*: تشمل الموارد أو الطاقة في نظام الإنتاج كل من القوى العاملة، والمعدات، والآلات، والميزانية، وما إلى ذلك. وعندما لا يكون هناك أي قيود على الموارد، يقال إن المشكلة غير مقيدة (*Uncapacitated*)، وعندما يتم تحديد قيود الطاقة بشكل واضح فإن المشكلة المقيدة (*Capacitated*). فقيود الطاقة يؤثر بشكل مباشر على تعقيد المشكلة وبهذا فأن حل المشكلات سيكون أكثر صعوبة عند وجود مثل هذه القيود.

7- التكاليف ذات العلاقة (*Relevant costs*): بالإضافة إلى تكلفة إنتاج الوحدة فهناك تكاليف أخرى وهي تشمل ما يأتي:

أ- التكاليف المرتبطة بالتهيئة: وهي التكلفة التي يتم تكبدها عند كل طلبية، فارتفاع او انخفاض هذه الكلف يعتمد بشكل كبير عدد مرات تكرار الشراء. تكمن المشكلة هنا هو صعوبة احتساب هذه الكلف خصوصا في الشركات العراقية.

ب- التكاليف المتعلقة بالمخزون: التكاليف المتعلقة بالمخزون تشمل تكاليف الحفاظ على المخزون خلال فترة واحدة أو أكثر، وتتألف أساسا من تكاليف رأس المال المرتبط بالمخزون، والتلف المحتمل أو التقادم، والضرائب، والتكاليف التأمينية وتكاليف الصيانة.

8- تدهور عناصر المنتجات (*Deterioration of items*): في حالة إمكانية تدهور العناصر، نواجه قيودًا في وقت الاحتفاظ بالمخزون. وهذا بدوره سمة أخرى تؤثر على تعقيد المشكلة.

9- الطلب (*Demand*): يعتبر نوع الطلب بمثابة مدخل لنموذج المشكلة. وهذا يعني ان الطلب الثابت قيمته لا تتغير بمرور الوقت، بينما يعني الطلب الديناميكي او المتغير أن قيمته تتغير مع مرور الوقت. إذا كانت قيمة الطلب معروفة مسبقا (ثابتة) فإنها تسمى حتمية، ولكن إذا لم تكن معروفة تمامًا وتستند قيم الطلب إلى بعض الاحتمالات، فعندئذ يتم تسميتها باحتمالية.

10- هيكل الاعداد او التهيئة *Setup structure*: إذا لم تكن تكاليف الإعداد أو أوقات الإعداد متسلسلة، يطلق عليها إعداد بسيط، وعندما يعتمد على فترات أو تسلسلات سابقة، يطلق عليه هيكل إعداد معقد. عادة ما يتم تصميم تكاليف الإعداد والوقت كمتغير ثانوي. هذا يجعل من الصعب حل النموذج وكذلك تمديد وقت الحل.

11- نقص المخزون *Inventory shortage*: نقص المخزون هو خاصية أخرى تؤثر على حل المشكلات. إذا كان انخفاض المخزون مسموح به فهذا يعني امكانية تلبية الطلب الفترة الحالية في الفترات المستقبلية (حالة التأخير)، أو قد يكون مسموحًا بعدم تلبية الطلب على الإطلاق (حالة خسارة المبيعات). كما يمكن الجمع بين التأخير وخسارة المبيعات. تجعل هذه الحالات انموذج تغيير الحجم أكثر صعوبة في الحل.

ثالثا: تحديد حجم الدفعة باستعمال خوارزمية Wagner-Whitin algorithm

بعد ظهور الحواسيب وتطور البرمجيات الخاصة بنظام تخطيط احتياجات المواد *MRP* أصبحت مسألة الحجم الأمثل للدفعة قضية مهمة للشركات، فبدأت بإيجاد الطريقة الأكثر ملائمة لها بهدف إيجاد الكمية الاقتصادية للطلبية (*EOQ*) وبالتالي تخفيض الكلف الكلية. اشارت دراسة (*Saydam & Evans,1990:91*) وهي من الدراسات الكلاسيكية في مجال تحديد حجم الدفعة ان هناك ما يقارب 200 دراسة تجادل بمزايا وعيوب خوارزمية (*Wagner-Whitin*). ويرى الباحث ان هذه الدراسة هي بمثابة الحجر الأساس للبحث الحالي كون هذه الخوارزمية قدمت منهجية وألية عمل واضحة، فضلا عن ان هذه الدراسة اثبتت فاعلية هذه الطريقة وتفوقها على الطرق الأخرى، وأشارت الى ان هذه الطريقة تعمل وفق ظروف معينة. ومن المعروف ان خوارزمية (W-W) هي مناسبة لإنتاج سياسة مثلى لحجم الدفعة الديناميكية ومتغيرة المدد الزمنية (*Saydam & Mcknew,1987:15*). يعتبر انموذج (*Wagner-Whitin*) ان الطلب محدد ويتغير على مدى عدة فترات ولمنتج واحد. وهذا ما يساعدنا على ايجاد الحل الأمثل للكمية الاقتصادية للطلبية. الفكرة الأساسية للنموذج هي تقليل تكاليف الاحتفاظ والاوامر على عكس الأساليب الأخرى. لا تتوقف طريقة (*Wagner-Whitin*) عند زيادة التكاليف في فترة واحدة لأن طريقة التحسين تقارن فترات مختلفة مع بعضها البعض (*Ivanov, et al,2017:379*). فبدلاً من افتراض فترة زمنية مستمرة وغير محدودة، فإن (*W-W*) جعل الأفق الزمني محدود ومقسم إلى عدة فترات زمنية منفصلة وان الطلب يتغير بمرور الوقت ولكنه معروف والثابت (*Hoogen,2010:17*).

يتخذ (W-W) نهجًا مختلفًا عن الأساليب الأخرى المستخدمة في تحديد حجم الدفعة وذلك لأنه يستخدم البرمجة الديناميكية لأوامر الطلب وعبر أفق زمني محدود (*Heizer et al,2017:579*). ان هذه الطريقة تقدم الحل الأمثل لمشكلة تخطيط الإنتاج بمتطلبات زمنية مختلفة. ويمكن حل الخوارزمية بسهولة على جهاز الكمبيوتر بسرعة وكفاءة، كما يمكن حلها يدويا (*Nhamais & Olsen,2015:453*). الكثير من الباحثين أشاروا الى ان استخدام "صيغة الجذر التربيعي" لتحديد الكمية الاقتصادية لحجم الدفعة غير مناسب وبافتراض ثبات الطلب، وعلى هذا الأساس طوّر *Wagner-Whitin* سنة 1958 خوارزمية امامية *forward* تستند إلى مبادئ البرمجة الديناميكية لاتخاذ قرارات الحجم الأمثل للدفعة. والمشكلة التي نظر فيها *Wagner-Whitin* هي مشكلة الفترات دون وجود أي تأخر عندما يتم استبعاد افتراض الطلب الثابت -إذا كانت الكلف المطلوبة في كل فترة معروفة ولكنها مختلفة وعلاوة على ذلك، عندما تختلف تكاليف المخزون من فترة إلى أخرى.(*Gonzalez & Tullou,2004:3*) .

تعتبر الدراسة التي قدمها (*Wagner-Whitin*) عام 1958 كلاسيكية وقد تم الاستشهاد بها في عدد لا يحصى من البحوث في هذا المجال. اذ تسمح صياغتها النموذجية بتحديد أحجام الدفعات المثلى لعنصر واحد عندما يختلف الطلب وكذلك تكلفة الاحتفاظ بالمخزون وتكاليف الإعداد على مدى الفترات الزمنية. ويعتبر الحل الذي توفره الخوارزمية (W-W) هو المعيار الذي يُحكم بموجبه على قواعد الاستدلال الأخرى. وعلى الرغم من حقيقة توفير حل أمثل لمشكلة تغيير الحجم المنفصلة، فإن الكثيرين يعتبرون أن هذا الأسلوب أكاديمي وان الأساليب الأكاديمية تعتبر منهجا غير عملي. يشير العديد من الباحثين إلى أن الخوارزمية يصعب استخدامها بسبب طبيعة البرمجة الديناميكية والقيود الأخرى مثل الوقت الحسابي وذاكرة الكمبيوتر وسوء الفهم لتعقيدها وبالنسبة للممارسين بشكل عام، تعتبر الأكاديمية بمثابة فلسفة حل المشكلات أكثر من كونها تقنية لقرارات الحجم (*Gonzalez & Tullou,2004:3*).

وعلى غرار ذلك قدمت دراسة (*Sadjadi et al,2009*) انموذجان لخوارزمية (W-W) يفترض الانموذج الأول ثبات تكاليف الاحتفاظ والاعداد/التهيئة، اما النموذج الثاني يفترض عدم ثبات كلفة الخزن والتهيئة، وذلك بهدف تسهيل عملية احتساب الكمية الاقتصادية لحجم الدفعة، حيث أظهرت النتائج ان كل نموذج من هذه النماذج يعتمد على الأفق الزمني للتخطيط. اعتبرت دراسة (*Rachmawati & Siregar,2013:1103*). ان عملية إدارة الطلب تعتبر كعملية تخطيط وتوجيه ومراقبة العمليات المتعلقة بأوامر الزبائن وطلبيات التصنيع وأوامر الشراء. في جميع الحالات يتم وضع السياسات والقرارات أو مجموعة من القواعد لأحجام الدفعات. بشكل عام فأن هذه القواعد تتضمن عملية تغيير الحجم، تحديد حجم الطلب أو كمية الطلب والتوقيت. ان مثل هذه القرارات المتعلقة بالطلبات تأخذ افق زمني مستقبلي محدد. في الوقت الحالي تحاول العديد من الشركات تلبية احتياجات زبائنها باستخدام أنظمة تخطيط موارد المؤسسة (*ERP*) المعقدة أو أنظمة التخطيط والجدولة المتقدمة (*APS*). ومع ذلك من منظور التحسين تفتقر هذه الأنظمة إلى الميزات المطلوبة لتقديم توصيات تلبي أهداف الإدارة، وفي هذا الصدد يشير (*Hsiang,2001*) الى ان الأنظمة الحالية هي أنظمة مبسطة الى حد ما ولا تساعد على تحسين عمليات الخاصة بالمخزون، وان بعض هذه الأنظمة لا تأخذ بنظر الاعتبار حجم الدفعة في ظل تغير الطلب والتوقيت وكذلك مخزون الأمان (*Gonzalez & Tullou,2004:2*). تتعامل خوارزمية (W-W) مع الحجم الديناميكي للدفعة والمقيدة ولعنصر واحد (CLSM) ولفترات محددة اي يوجد طلب على عنصر واحد في كل فترة إنتاج. يجب تغطية هذا الطلب عن طريق الإنتاج في تلك الفترة أو عن طريق المخزون من الفترات السابقة، لا يمكن أن يتجاوز مستوى الإنتاج حدًا معينًا للطاقة. تأخذ بنظر الاعتبار نوعين من التكاليف وهي تكلفة اعداد الطلبية والاحتفاظ. قد تختلف جميع البيانات والطلب والطاقة وكذلك الكلفة من فترة إلى أخرى (*Chen, et al,1993:285*). عادة يتم حساب جميع الخيارات الممكنة. من الافضل حساب كلفة أو كلفتين إضافيتين بدلاً من تحديد حجم الدفعة بطريقة غير صحيحة. في حال أُريد حساب التكاليف للفترة التالية، فإننا لا نبدأ فقط بتكلفة الطلب الثابتة في هذه الفترة بل يجب أن نضيف تكلفة الطلب لهذه الفترة والتكلفة الإجمالية لفترة الطلب السابقة. نوضح ادناه الصيغ الخاصة بهذه الخوارزمية: (*Wagner & Whitin,1958:90-94*)

$$I = I_0 \sum_{j=1}^{t-1} xj - \sum_{j=1}^{t-1} dj \geq 0 \qquad (1)$$

$$F_t(I) = \min [i_{t-1} I + S(x_t)st + f_{t+1} (I + x_t - d_t)] \qquad (2)$$

$$\delta(x_t) = \begin{cases} 0 & if\ x_t = 0 \\ 1 & if\ x_t > 0 \end{cases} \qquad (3)$$

$$f_N(I) = \min [i_{N-1} I + S(x_N)\, S_N]. \qquad (4)$$

$$X_N \geq 0$$

$$1 + X_N = d_N$$

اذ ان:

d_t = الكمية المطلوبة.

i_t = كلفة الخزن

S_t = كلفة تهيئة الطلبية.

X_t = الكمية المطلوبة (او المنتجة او حجم الدفعة).

C_t = الكلفة المتغيرة.

المحور الثاني: نظرية القيود

أولاً: مفهوم نظرية القيود

في السبعينات استجاب عالم فيزياء إسرائيلي يدعى إلياهو غولدرات (*Eliyahu M. Goldratt*) لطلب أحد الأصدقاء للمساعدة في جدولة نشاطه في تربية الدجاج. بسبب الافتقار إلى المعرفة في مجال التصنيع أو الإنتاج، اتخذ الدكتور (*Goldratt*) منهجًا بديهيًا لمشكلة الجدولة. طور نظامًا برمجيًا يستعمل البرمجة الرياضية والمحاكاة لإنشاء جدول يفكر في الواقع بقيود نظام التصنيع. أنتج البرنامج جداول جيدة بسرعة وتم تسويقها في أوائل الثمانينيات في الولايات المتحدة. بعد أن نجحت أكثر من 100 شركة في استعمال نظام الجدولة، باع المنشئ حقوق البرنامج وبدأ بتسويق النظرية بدلاً من بيع البرنامج. ودعا نهجه إلى نظرية القيود (*Russel & Taylor,2011:774*). بعد حصول (*Eliyahu M. Goldratt*) على درجة الدكتوراه في الفيزياء أصبح مهتمًا بالعوامل التي تسببت في انخفاض المبيعات، وأدرك أهمية معالجة المشكلات من المصدر. بدأ العمل على نقل أفكاره إلى مجموعاته المستهدفة وهم مديري المصانع (*Pongsart,2015:17*)، من خلال كتاب (*The Goal: A Process of Ongoing Improvement*). أشار الى أنه يمكن ان تكون القيود مادية (على سبيل المثال، العملية أو الموظفين، المواد الأولية، أو الإمدادات) أو غير المادية (على سبيل المثال، الإجراءات، الروح المعنوية، والتدريب) (*Hiezer et al,2017:317*).

تقنيات (*TOC*) تزيد من أرباح الشركة بشكل أكثر وبفعالية من خلال التركيز على تدفق المواد سريعًا عبر النظام بأكمله. فهي تساعد الشركات الى النظر في كيفية تحسين العمليات لزيادة تدفقات العمل الكلية، وكيف يمكن تقليل مستويات المخزون والقوى العاملة مع الاستمرار في استخدام الموارد بفعالية. ولتحقيق ذلك لابد من فهم مقاييس الأداء والقدرات ذات الصلة على مستوى العمليات، وكذلك علاقتها بالمقاييس المالية الأكثر تفهماً على مستوى المنظمة. (*Krajewski et al,2016:199*). تحاول (*TOC*) تحسين أداء النظام بالتركيز على القيود. يتم قياس التحسن ماليا وتشغيليا. الجدول (9) يبين العلاقة بين المقاييس المالية و*TOC* فالمقاييس المالية هي صافي الربح، والعائد على الاستثمار، والتدفقات النقدية. تشمل المقاييس التشغيلية الإنتاجية والمخزون والنفقات التشغيلية. معدل الإنتاج هو المعدل الذي يتم من خلاله توليد الأموال بواسطة النظام من خلال المبيعات. المنتج غير المباع لا يحسب ضمن الانتاجية والمخزون هو المال الذي استثمره النظام في شراء المواد لإنتاج سلع التي يعتزم بيعها ولا يشمل العمل أو النفقات العامة. إن المصاريف التشغيلية هي الأموال التي يتم إنفاقها لتحويل المخزون إلى إنتاجية، بما في ذلك جميع تكاليف العمالة والنفقات العامة وغيرها (*Reid & Sanders,2013:596*). ومن الواضح ان هذه النظرية ليس شيء مجرد وانما تعتمد على أدوات وتقنيات، ومن هذا المنطلق فأن نظرية القيود هو منهج اداري يعتمد مجموعة من أدوات التفكير المنطقي لتحديد القيود والعمل على قياسها وازالتها بهدف تحسين النظام.

ثانياً: مبادئ نظرية القيود (Principles of the Theory of Constraints)

تعتمد نظرية القيود المبدأ المعروف أن قوة السلسلة هي بقوة أضعف حلقاتها" كإنموذج اداري جديد ومن المفاهيم المهمة المرتبطة ارتباطًا وثيقًا بالجدولة التي تعترف بأهمية التخطيط لقيود الطاقة والتي تركز على عملية جدولة نقاط الاختناق. من خلال تحديد موقع القيود، والعمل على إزالتها، ومن ثم البحث عن العائق التالي، فإن العملية تركز دائمًا على الجزء الذي يحد بشكل كبير عملية الإنتاج. يسمى المنهج الذي يستعمل هذه الفكرة تقنية الإنتاج الأمثل (*OPT*)، وانطلاقا من هذا المبدأ نسرد ادناه مبادئ هذه النظرية: (*Slack & Jones,2018:363-364*) (*Dilworth,2000:556*).

1- موازنة عملية التدفق وليس موازنة الطاقة، والاهم من ذلك هو تقليل وقت الإنتاج بدلا من تحقيق التوازن بين المراحل او العمليات.

2- تحديد مستوى الاستغلال (*utilization*) للمحطات التي لا يوجد فيها نقاط اختناق (*non-bottleneck*) من خلال بعض قيود النظام، وليس من خلال طاقته. وهذا ينطبق على المراحل في العملية والعمليات في شبكة التجهيز.

3- تختلف عملية استعمال وتنشيط المورد. وفقًا لنظرية القيود يتم استخدام المورد فقط إذا كان يساهم في تحسين العملية بأكملها أو العملية التي تخلق المزيد من المخرجات. اما عملية التنشيط فأنه تدل على استمرارية العمل، ولكنها قد تقوم فقط بزيادة المخزون أو القيام بأنشطة أخرى لا تضيف قيمة.
4- ضياع ساعة عمل (غير مستعملة) في نقطة الاختناق تعني ضياع ساعة للنظام بأكمله. تحد الاختناق من المخرجات العملية بأكملها، وبالتالي فإن انخفاض استغلال نقطة الاختناق يؤثر على العملية بأكملها.
5- استغلال ساعة في النقاط التي لا يوجد فيها اختناقات هي ساعة ضائعة او سراب. وذلك لان هذه لديها طاقة احتياطية في كل الاحوال.
6- تتحكم نقطة الاختناق بمعدل المخرجات والمخزون لكل النظام. فإذا كانت نقاط الاختناق تتحكم بالتدفق فأنها تتحكم بوقت الإنتاج وبالتالي يتحكم بالمخزون.
7- عدم نقل دفعات الإنتاج بنفس الكميات. من المحتمل أن يتم تحسين التدفق عن طريق تقسيم دفعات الإنتاج الكبيرة إلى دفعات أصغر لتدفق خلال العملية.
8- يجب أن يكون حجم دفعة متغيرًا وليس ثابتًا. وذلك باستعمال أنموذج كمية الدفعة الاقتصادية *(EBQ) (Economic Batch Quantity)*، قد تختلف الظروف التي تتحكم بحجم الدفعة بين المنتجات المختلفة.
9- تضاف التقلبات في العمليات المتصلة والمتتالية والمعتمدة إلى بعضها البعض بدلاً من المتوسط. لذا إذا كانت هناك عمليتان أو مرحلتان متوازيتان قادرتان على تحقيق معدل إنتاج متوسط معين، وفي نفس الوقت لن يكون بمقدورهما أبداً إنتاج نفس متوسط معدل الإنتاج.
10- يجب تحديد جدولة العمليات من خلال النظر لجميع القيود في وقت واحد. بسبب الاختناقات والقيود داخل الأنظمة المعقدة، يصعب تحديد جداول زمنية وفقًا لقواعد بسيطة.

ثالثاً: أنواع القيود (Types of Constraints)

صنف العديد من الباحثين هذه القيود الى داخلية وأخرى قيود خارجية فاذا كان لدى الشركة قيود تخص الموارد (أي الطلب أكبر من الطاقة) او قيود سياسية (مثل القواعد الرسمية وغير الرسمية) فيشار اليها بانه قيود داخلية. اما إذا تجاوز الطاقة الطلب والتي يشار اليها بقيود السوق فتعتبر قيود خارجية. في هذه الفقرة نصب الاهتمام حول أنواع القيود الأساسية التي تواجه الشركات بشكل عام وهي: (*Groop,2012:30*) (*Okutmus et al,2015:140*)

1- قيود السوق (Market constraints): يعتبر هذا القيد من القيود الخارجية له العديد من الأسباب ولكن بشكل عام معالجة هذا القيد يعتمد على السياسة الإدارية. تحاول استراتيجية ازالة قيود السوق زيادة الطلب على المنتجات. يمكن زيادة الطلب على المنتجات من خلال اكتساب ميزة تنافسية مما يعني تحسين عملية الإنتاج. لذلك، سوف تزيد الإنتاجية وتخفيض المخزون والمصاريف العامة.
2- قيود الطاقة (Capacity constraints): تحدث مثل هذه القيود نتيجة لعدم كفاية الموارد ومحدوديتها لتلبية الطلب في السوق. قيد الطاقة هو العامل الذي يحد من تدفق الإنتاج ويتسبب في انخفاض إيرادات المبيعات كنتيجة لعدم تلبية الطلب في السوق.
3- قيود سياسية (Politic constraints): تحدث هذه القيود عادة في أقسام التسويق والمحاسبة والمالية. من الصعب تحديدها وازالتها مقارنة بالقيود المادية الاخرى ولكن بمجرد إنجازها، فإنها تساهم بشكل أكبر في التحسين.
4- قيد المواد الأولية (Raw material constraint): يحدث هذا القيد نتيجة لنقص المواد الاولية في عملية الإنتاج. من أجل التغلب على قيود المواد الأولية لابد من زيادة التعاون مع الموردين او البحث عن موردين جدد.
5- القيود اللوجستية (النقل المادي) (Logistics constraints): قد يكون سبب هذا القيد هو نظام التخطيط أو الرقابة في الشركة. ويكون هناك تأخيرات في تزويد الشركة بالمواد المطلوبة من المجهزين وبالوقت المناسب.
6- القيود السلوكية (Behavioral constraints): ليست هذه القيود هي السبب الرئيسي للمشاكل في الشركة ولكن من الصعب القضاء عليها. هذه القيود هي عوائق لتحسين عملية الإنتاج.

7- القيود الإدارية (Administrative constraints): تحدث نتيجة للقرارات السلبية للمدراء ومن الصعب التخلص منها.

رابعاً: المكونات الأساسية لنظرية القيود وادواتها

1- التفكير المنهجي (Systems Thinking)

عمليات التفكير هي مجموعة من الأدوات والتقنيات التي تسمح لفرد أو مجموعة لحل مشكلة و / أو تطوير استراتيجية متكاملة باستخدام المنطق للسبب والأثر، بدءاً من الأعراض وتنتهي بخطة عمل مفصلة تنسق أنشطة جميع المشاركين في تنفيذ الحل. ويوفر الإطار النظري والأدوات اللازمة لتحديد وإزالة القيود النظام (Gupta et al,2010:2091). يتمركز جوهر هذه العملية بالإجابة عن عدة أسئلة اولها ما هو الهدف من نظرية القيود؟ ما الذي تغير؟ ما الذي يجب تغيره؟ كيفية احداث التغير؟ (Pongsart 2015:21). وللإجابة على الأسئلة التي قدمت هناك خمسة خطوات أساسية لتحسين العملية انطلاقا من نقطة الاختناق وهذه الخطوات هي: (Sukalova & Ceniga,2015:137) (Bozarth & Handfield,2016:172) (Goldratt,2004:6-7) (Honiball ,2012:10-12) (Rosen,2016:14-15).

أ-تحديد قيود النظام (*Identify the System's Constraints*) : تتمثل الخطوة الأولى على سبيل المثال في تحديد القيود في سلسلة التجهيز التي تحد من ربحية سلسلة التجهيز والشكل (2) يبين مسار هذه الخطوات. ويجب أن يركز أعضاء السلسلة على القيود نظرًا لأن أداء سلسلة التجهيز بأكملها يعتمد عليها. يمكن أن يكون القيد في أي مكان في السلسلة -بما في ذلك شركاء سلسلة التجهيز سواء في المنبع أو أسفله. عندما يكون القيد خارج الشركة، غالبًا ما يشار إليه على أنه قيد خارجي وإذا كان القيد ضمن مجموعة أنشطة الشركة فإنه يشار بالقيد الداخلي.

ب- اتخاذ قرار بكيفية استغلال قيود النظام (*Decide How to Exploit the System's Constraints*): الخطوة الثانية هي اتخاذ قرار بكيفية معالجة القيد. وهذا يعني تحسين الطاقة الحالية للقيد والذي غالباً ما يكون بسبب انتاج وبيع مزيج غير صحيح من المنتجات او قواعد غير مناسبة للجدولة والرقابة. يحتاج أعضاء السلسلة إلى التأكد من أن القيد المحدد يعمل على المنتج المناسب لتحقيق أقصى قدر من الأرباح. لذلك من الضروري أن تدير المنظمات بعناية القيود لضمان تدفق مستمر للزبائن أو المنتجات خلال القيود.

ج- توجيه كافة الموارد الأخرى لقرارات التغلب على القيد *Subordinate Everything Else to the Above Decision*: في هذه الخطوة يكون محور تركيز الإدارة حول القيود لابد ان تتركز جميع القرارات للقيود، على سبيل المثال زيادة الإنتاج او الجدولة او المخزون في الفترات اللاحقة انطلاقا من نقاط الاختناق. مهما كانت القيود يجب أن تكون هناك طريقة لتقليل تأثيرها المحدود. وتخضع جميع النشاطات الأخرى للقيد. وهذا يعني تغيير القواعد والمقاييس التقليدية التي تكبح جميع الأنشطة الأخرى لدعم القرارات لاستغلال القيد.

الشكل (2) خطوات نظرية القيود

المصدر: اعداد الباحث

د-إزالة قيود النظام (*Elevate the System's Constraints*: بعد محاولات اجراء التحسينات لنقاط الاختناق مثل تعديل الجدولة او الإجراءات وبقي هذا القيد لابد من اعتماد طرق أخرى مثل إضافة معدات او زيادة القوى العاملة. فإذا كانت المنظمة بحاجة إلى زيادة الإنتاج فلابد لها ان تبحث عن طريقة لزيادة طاقة القيد وهذا يعني زيادة طاقة قيود الأنظمة مع بعض التحسينات الإضافية والتغييرات الرئيسية المطلوبة. في هذه الخطوة يتم اتخاذ أي إجراءات ضرورية لإزالة القيد.

ه-إذا تم إزالة القيد في الخطوات السابقة فيتم الرجوع إلى الخطوة 1. *If in the Previous Steps a Constraint Has Been Broken, Go Back to Step 1.*: تكرار العملية ضروري لأن عملية استغلال ورفع نقطة الاختناق ربما تسببت في اختناق عملية اخرى. وهكذا يتم إعادة هذه الخطوات من الخطوة الأولى لتحديد وإزالة نقطة الاختناق الجديدة. يتم البحث عن كل ما يقيد النظام. وتجنب القصور الذاتي. عندما يتم ازالة القيد لابد من مراجعة السياسات التي تسببت بالقيد السابق والمضي بعملية التحسين المستمر.

2- الامداد المادي (اللوجستية) *Logistics*: بعد تحديد نقاط الاختناق والاثار غير المرغوب بها من خلال الخطوات اعلاه التي وفرتها عملية التفكير تأتي عملية معالجة هذه الاثار او نقاط الاختناق. تهدف عملية الامداد المادي الى موازنة تدفق المواد والخدمات خلال سلسلة العمليات كأسلوب لمعالجة نقاط الاختناق للحلقات الضعيفة في السلسلة، وللأمداد المادي عدة أساليب من شأنها تعمل على موازنة الإنتاج من اهم الأدوات المستخدمة لهذا الغرض والتي وفرتها نظرية القيود هي أداة الطبل-الحبل-العازل فضلا عن موازنة الإنتاج من خلال سلسلة التجهيز.

3- قياس الأداء او القياس الكمي للتحسين Performance or Quantifying the Improvement Measurement

يشير *Goldratt* انه على الرغم من وجود عدة اهداف للمنظمات مثل تحسين الجودة واستخدام التكنلوجيا الحديثة وتطوير المنتجات وغيرها الا ان الهدف الأساسي هو زيادة الربح. استخدمت العديد من الشركات نظرية القيود من اجل تحقيق هذا الهدف. تبدأ الشركات بتحديد اهم العقبات والآثار غير المرغوبة من اجل ازالتها بهدف تحسين التدفق وبالتالي زيادة الإنتاج ومنها زيادة المبيعات وبالتالي زيادة الربح، فبعد إزالة العقبات من المهم قياس التحسين بمعنى اخر هل عملية إزالة العقبات ومعالجة نقاط الاختناق وإزالة الأنشطة غير المضيفة للقيمة حسنت من أرباح الشركة. في هذه الفقرة ندرج مجموعة من المقاييس التي تستخدم لقياس الأداء في الوضع الحالي وبعد اجراء التحسينات لمعرفة مدى تحقق الهدف.

المبحث الثالث/ الجانب العملي للبحث

المحور الأول: إجراءات تشغيل نظرية القيود

يتضمن هذا المبحث المدخلات الرئيسة الخاصة بإجراءات تشغيل نظرية القيود، والتعرف على نقاط الاختناقات في المعمل فضلا عن دور تشغيل نظرية القيود في معالجة هذه الاختناقات من خلال تحديد المزيج الامثل للمنتجات في محطات العمل التي تعاني من الاختناقات واجراء المقارنة قبل وبعد المعالجة من خلال معياري الوقت والكلفة او الربح المتحقق بعد تشغيل نظرية القيود، كما يجري في هذا المبحث التعرف على المعلومات الخاصة بمعمل المقاييس الالكترونية من الجانب المالي والعملياتي من ناحية المنتجات وكلفها والمواد الاولية والتخزين والاعداد والطلب واعداد العاملين وعناوينهم الوظيفية ورواتبهم في هذه المعمل وفي كل محطة عمل، فضلا عن الاوقات المعالجة لكل مرحلة من مراحل الانتاج.

تتطلب نظرية القيود للتعامل مع الاختناقات عدة اجراءات ليتم من خلالها تحديد نقاط الاختناق ومن ثم استغلال تلك الاختناقات والعمل على معالجتها. تتطلب عملية تحديد الاختناقات في حالة الانتاج المنفرد اي منتج واحد عدد الوحدات التي يتم معالجتها في كل محطة عمل والوقت المتاح لهذه المعالجة وبالتالي فان نقطة الاختناق هو اطول وقت للمسار. اما في حالة المنتجات المتعددة فأن تحديد الاختناقات تتطلب عدة اجراءات وهي كما يأتي:

أولا: تحديد الطاقة المتاحة

يمكن تحديد الطاقة المتاحة لجميع محطات العمل باعتماد عدد ساعات العمل يوميا وعدد الوجبة عملات. يعمل معمل المقاييس الالكترونية خمسة ايام في الاسبوع اي بمعدل 22 يوم شهريا و7 ساعات يوميا وبواقع وجبة عمل واحد لكل يوم في الشهر. من خلال البيانات الواردة هنا نستطيع تحديد الطاقة المتاحة بالدقائق شهريا من خلال الصيغة التالية:

الطاقة المتاحة = 22 يوم / شهر × 1 وجبة عمل × 7 ساعة × 60 دقيقة = 9240 دقيقة / شهر

هذه البيانات هي كما وردت في اوامر العمل التي تصدرها الشركة عند إطلاق اوامر الانتاج الى المعمل. اذ تم احتساب الوقت شهريا على اساس ان الطلب شهرياً وليس يومياً او اسبوعياً او سنوياً. تحديد نقاط الاختناق لمحطات العمل في حالة وجود مزيج من المنتجات يتطلب احتساب الوقت المتاح لكل محطة عمل ليتم على اساسه تحديد الوقت الازم لانتاج الكمية المطلوبة، ففي حالة تجاوز الوقت المطلوب لإنتاج ما هو مطلوب فهذا يدل على وجود اختناق. اي ان الكمية التي تتطلب عملية معالجتها وقت تجاوز (9240 دقيقة شهريا) فهذا يعني ان المحطة هي عنق الزجاجة او محطة اختناق.

ثانياً: تحديد نقطة الاختناق

يتم هي هذه الخطوة تحديد نقاط الاختناق لمحطات العمل، وكون ان هناك عدة منتجات (مزيج) فأن نقطة الاختناق يتم تحديدها على اساس التحميل لكل محطة عمل وفي ضوء الطاقة المتاحة شهريا لكل محطة عمل وان التحميل الذي يتجاوز الوقت المتاح فيتم تحديد هذه المحطة كنقطة اختناق وكما في الجدول (2) الذي يبين التحميل لكل محطة عمل للمنتجات الاربعة ولكل شهر ونقاط اختناقها. يتم التحميل على أساس عدد الوحدات المطلوبة لكل شهر وهذه الوحدات المبينة في الجدول (1) تشير الى الطلب المقدم الى الشركة على أساس شهري.

الجدول (1) الكميات المطلوبة

الشهر	مقياس ط1 (10-40)	مقياس ط3 (10-60)	مقياس ط3 (30-90)	مقياس ط3 (50-150)
1	220	291	300	180
2	120	121	230	160
3	729	129	900	280
4	578	120	870	265
5	980	78	300	132
6	815	452	290	234
7	729	235	120	389
8	590	560	200	235
9	625	125	420	243
10	993	125	290	200
11	1080	654	170	291
12	750	100	290	299

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على سجلات الشركة

يبين الجدول (2) الطاقة المطلوبة بالدقائق شهريا لتلبية الطلب لكل شهر والمبين في الجدول (1) ولكل محطة العمل وبحسب وقت الدورة للوحدة الواحدة. يتم تحديد التحميل لمحطات العمل من خلال ضرب الطلب لكل منتج في الوقت المطلوب للمعالجة في كل محطة. تتطلب المحطة الاولى للشهر الاول وهي الخراطة من المنتج (مقياس ط1 10-40) 770 دقيقة (220 وحدة × 3.5 دقيقة = 770 دقيقة/وحدة). اما تحميل المنتج (مقياس ط3 30-90) فقد بلغ 1164 دقيقة (291 وحدة × 4 دقيقة = 1164 دقيقة / دقيقة/وحدة). بينما التحميل للمنتج (مقياس ط3 30-90) فقد بلغ 1200 دقيقة (300 وحدة × 4 دقيقة = 1200 دقيقة). بينما بلغ التحميل من المنتج (مقياس ط3 50-150) 936 دقيقة (180 وحدة × 4 دقيقة = 720 وحدة / دقيقة) وبهذا

يكون التحميل الاجمالي عبارة عن جمع التحميل للمنتجات الاربعة في المحطة الاولى والذي بلغ (3854 دقيقة)، اذن هذه المحطة فأنها ليست نقطة اختناق كونها لا تتجاوز الطاقة المتاحة وهي (9240 دقيقة). وهكذا لبقية محطات العمل ولجميع الفترات المعتمدة في البحث.

الجدول (2) تحديد نقطة الاختناق لمحطات العمل للفترات من 1-12 شهر

التحميل لشهر 3					
المنتج / محطة العمل	تحميل المنتج مقياس ط1 (40-10)	تحميل المنتج مقياس ط3 (60-10)	تحميل المنتج مقياس ط 3 (90-30)	تحميل المنتج مقياس ط 3 (150-50)	التحميل الاجمالي
الخراطة	2551.5	516	3600	1120	7787.5
الكابسات	947.7	387	2700	840	4874.7
البلاستك	2041.2	387	2700	896	6024.2
الطلاء	3645	645	4500	1400	10190
اللف والعزل	5103	1070.7	7470	2324	15967.7
التجميع	4374	903	6300	1960	13537
الفحص	2988.9	528.9	3690	1148	8355.8
التغليف	1020.6	180.6	1260	392	2853.2

المصدر: اعداد الباحث

بعد احتساب الوقت المطلوب لإنتاج الكمية المطلوبة في كل محطة نستطيع تحديد نقاط الاختناق من خلال تحديد المحطات التي يتجاوز وقت التحميل الاجمالي الطاقة المتاحة، اي المحطات التي يتجاوز تحميلها الاجمالي 9240 دقيقة شهريا فأنها تعتبر نقطة اختناق. تبين الخطوط الحمراء في الجدول (2) هذه الاختناقات لأنها تجاوزت الطاقة المتاحة شهريا. يتضح ان الشهر الاول والشهر الثاني لا توجد نقاط اختناق، نظرا لقلة الوحدات المطلوبة وبهذا فان الشركة قادرة على انتاج جميع الوحدات المطلوبة من دون وجود مشكلات في محطات العمل. كما يتبين ان الطلب تزايد بشكل كبير في شهري (3) و (11) وهذا ما ادى الى حدوث اختناقات في ثلاثة محطات عمل وهي (الطلاء، اللف والعزل، التجميع). اما بقية الاشهر كانت هناك اختناقات في محطتين فقط وهي (اللف والعزل والتجميع) نظرا لتجاوزهما الطاقة المتاحة (9240 دقيقة/شهريا). لذا تتم عملية الجدولة الشهرية للإنتاج من المحطة التي تتطلب وقت اطول للمعالجة وهي محطة اللف والعزل ولجميع الاشهر ما عدا الشهر الاول والثاني. بما ان مزيج المنتجات يستدعي تحميل اجمالي قدره (14285 دقيقة) لشهر (3) لإنجازه في محطة اللف والعزل و (13537 دقيقة) في محطة التجميع و (10190 دقيقة) في محطة الطلاء، وان الطاقة المتاحة القصوى تبلغ (9240 دقيقة) شهريا على كل محطة عمل لذا فأن عملية معالجة الاختناق تعتمد على المحطة التي تعاني من الاختناق الاكبر وبنفس الطريقة لجميع الاشهر وهي محطة اللف والعزل.

ثالثاً: تحديد المساهمة الحدية

الهدف من هذه العملية هو تحديد اي المنتجات الاكثر ربحية نزولاً الى المنتجات الاقل ربحية ليتم تخفيض عدد وحداتها المنتجة في ضوء الطاقة المتاحة، اي انتاج الوحدات الاقل ربحية على قدر الوقت المتاح في المحطات او المحطة التي تعاني من الاختناق. تستخرج المساهمة الحدية لكل منتج لتحديد اولوية انتاج المنتجات ذات الربحية الأعلى وكما في الجدول (3). يتم طرح كلفة المواد الاولية والاجزء المشتراة من سعر البيع ولكل منتج من المنتجات المعتمدة في البحث الحالي للحصول على هامش المساهمة الحدية لكل منتج من المنتجات الاربعة.

الجدول (3) المساهمة الحدية

المنتجات / البيانات	المنتج مقياس ط1 (10-40)	المنتج مقياس ط3 (10-60)	المنتج مقياس ط3 (30-90)	المنتج مقياس ط3 (50-150)
سعر البيع	34250	110000	112000	120000
كلفة المواد الاولية + الاجزاء المشتراة	30471	81688	82511	87730
المساهمة الحدية	3779	28312	29489	32270

المصدر: اعداد الباحث بالاستناد الى البيانات الواردة في سجلات الشركة

بالاستناد الى النتائج الواردة في الجدول (3) والذي يشير الى المساهمة الحدية لكل منتج، يتم البدء بأنتاج المنتجات الاعلى ربحية وهو المنتج (مقياس ط3 50-150)، المنتج (مقياس ط3 30-90)، المنتج (مقياس ط3 10-60)، المنتج مقياس ط1 10-40) على التوالي. هذا التسلسل الخاص بالأولوية يعتمد في الطريقة التقليدية لتحديد الاولوية، اما في طريقة الاختناقات فيتم تقسيم نتائج المساهمة الحدية الواردة في الجدول (3) على الوقت عند محطة الاختناق وكما مبين في الجدول (4).

الجدول (4) المساهمة الحدية في الدقيقة

المنتجات / البيانات	مقياس ط1 (10-40) (4)	مقياس ط3 (10-60) (3)	مقياس ط3 (30-90) (2)	مقياس ط3 (50-150) (1)
المساهمة الحدية	3779	28312	29489	32270
الوقت عند نقطة الاختناق	7 دقيقة	8.3 دقيقة	8.3 دقيقة	8.3 دقيقة
المساهمة الحدية في الدقيقة	540	3411	3553	3888

المصدر: اعداد الباحث

تستخرج المساهمة الحدية للدقيقة الواحدة من خلال نتائج الواردة في الجدول (3) للمساهمة الحدية على الوقت عند نقطة الاختناق لكل. يتضح من خلال النتائج التي تم التوصل اليها في الجدول (4) ان المنتج مقياس ط3 (50-150) يحقق المساهمة الحدية الاعلى تليه المنتجات مقياس ط3 (30-90) ومقياس ط3 (10-60) ومقياس ط1 (10-40) على التوالي.

هذه الأفضلية للمنتجات يعتمد على هامش المساهمة الحدية لكل دقيقة في محطة الاختناق، وبالتالي فأن المنتج الذي يمثل هامش مساهمة فسيتم انتاجه أولاً ومن ثم المنتج الذي يليه في ضوء الطاقة المتاحة شهريا او أسبوعيا. ان الطلب المقدم من قبل الزبون يجب على الشركة تلبيته وفي الوقت المتفق عليه، وبالتالي فان الشركة مجبرة على تلبية هذا الطلب، على الرغم من ان نظرية القيود تتطلب انتاج المنتج الأكثر ربحية في محطة الاختناق، وبالتالي فأن تخفيض المنتج الأقل هامش مساهمة مقيد بين طاقة المتاحة وضرورة تلبية الطلب. فاذا كانت الشركة تعتمد استراتيجية تعقب الطلب توفير الموارد الازمة لرفع الطاقة الإنتاجية لتلبية الطلب المقدم من الزبائن.

رابعاً: تحديد المزيج الامثل للمنتجات

الجدول(5) يستعرض المزيج الامثل وفقا لنقاط الاختناق والتي يتم تحديدها بهدف معالجة هذه الاختناقات. يتم في هذه المرحلة توزيع الموارد المتاحة على محطات العمل الثمانية لإنتاج المنتجات على وفق التعاقب الذي تم تحديده لايجاد المزيج الاكثر ربحية في حدود الطاقة المتاحة في محطة الاختناق (الطلاء، اللف والعزل، التجميع) لشهري (3) و(11) والبالغ 9240 دقيقة شهريا. يتم اولا انتاج الكمية المطلوبة من المنتج الاعلى مساهمة حدية في الدقيقة وهو (مقياس ط3 50-150) في المحطة الاكثر اختناقا وهي محطة اللف والعزل ولجميع الفترات والمنتجات، فالفترة الثالثة تتطلب طاقة مقدارها (8.3 دقيقة × 280 وحدة = 2324 دقيقة). بما ان الكمية المطلوبة من المنتج (30-90) هو (900 وحدة / شهر) وتتطلب طاقة مقدارها (8.3 × 900 = 7470 دقيقة) وان الطاقة المتاحة المتبقية بعد تغطية المنتج (50-150) هي (9240-2324=6916 دقيقة) وهي غير كافية لانتاج (900 وحدة)، نقوم بأحتساب الكمية التي يمكن انتاجها ضمن الطاقة المتاحة شهريا وهي (833 وحدة) بـ (833 × 8.3 = 6913.9 دقيقة). تم استخراج 833 وحدة من خلال (6913.9 دقيقة / 8.3 دقيقة في محطة الاختناق = 833 وحدة). باحتساب الوقت المتاح لتغطية الكمية المطلوبة والبالغ (6916 دقيقة – 6913.9 دقيقة = 2.1 دقيقة). والطاقة المتبقية لا تكفي لانتاج الكمية المطلوبة من المنتجات الاخرى بسبب عدم توفر الطاقة والبالغة (2.1 دقيقة شهريا)، وان الطاقة تغطي فقط المنتج الاول والثاني بعد تخفيض الكمية المطلوبة.

اما الفترة الرابعة فتستدعي توفير طاقة مقدارها (265 وحدة × 8.3 دقيقة = 2199.5 دقيقة / وحدة) للمنتج (50-150) على محطة الاختناق. بينما المنتج (30-90) فيتطلب طاقة مقدارها (870 وحدة × 8.3 دقيقة = 7221 دقيقة. بما ان الوقت المطلوب لإنتاج الوحدة الواحدة من المنتج (مقياس ط3 30-80) هو (8.3 دقيقة) في محطة الاختناق، وبذلك يمكن انتاج (848 وحدة) بـ (7038.4 دقيقة) (7038.4 دقيقة / 8.3 دقيقة في محطة الاختناق = 848 وحدة). وبنفس الاسلوب لجميع الفترات الاخرى.

الجدول (5) تحديد المزيج الامثل للمنتجات

الشهر (3)					
محطة العمل	الطاقة المتاحة شهريا	الوقت المتبقي بعد انتاج (280) من المقياس ط3 (150-50)	الوقت المتبقي بعد انتاج (833) من المقياس ط3 (90-30)	الوقت المتبقي بعد انتاج (0) من المقياس ط3 (60-10)	الوقت المتبقي بعد انتاج (0) من المقياس ط1 (40-10)
الخراطة	9240	8120	4788	0	0
الكابسات	9240	8400	5901	0	0
البلاستك	9240	8344	5845	0	0
الطلاء	9240	7840	3675	0	0
اللف والعزل	9240	6916	2.1	0	0
التجميع	9240	7280	1449	0	0
الفحص	9240	8092	4676.7	0	0
التغليف	9240	8848	7681.8	0	0

المصدر: اعداد الباحث

خامساً: احتساب الربحية

بعد تغير مزيج المنتجات وفقا لنظرية القيود، يمكن احتساب الربحية من خلال احتساب كلفة المواد الاولية والاجزاء المشتراة والعمل كما في الجدول (6) والكلفة غير المباشرة وعرضها من العائد ولكل منتج من المنتجات الاربعة. فالعائد في الشهر الاول بلغ (2461472)، تم حساب صافي الربح من خلال الصيغة التالية:

صافي الربح = العائد – (كلفة المواد الاولية + الاجزاء المشتراة + كلفة العمل + ت. غير مباشرة)

العائد هو عبارة عن ضرب عدد الوحدات بسعر البيع للوحدة الواحدة والجدول (7) يبين الاسعار الخاصة بالمنتجات الاربعة. تتطلب عملية احتساب الربحية احتساب كلفة العمل بالساعة الواحدة، وبالتالي يتم استخراج هذه الكلفة بالساعة الواحدة وتضرب بعدد ساعات العمل اليومي والبالغة 7 ساعات، مضروبا باثنان وعشرون يوم عمل شهريا. تشكل كلفة المواد والمتمثلة بالأجزاء الفرعية الجزء الاكبر من كلفة المنتج اذ بلغت (76%) من الكلفة الاجمالية.

نظرية القيود تتطلب احتساب الاجر لكل ساعة عمل والذي بلغ (168020 دينار) يشير الى اجر الساعة الوحدة لمجموع عدد العاملين والبالغ عددهم (40 عامل). وهذا المبلغ تم الحصول عليه من خلال ضرب عدد العاملين في اجر الساعة الوحدة لكل عامل بحسب التخصص وجمع الاجور لكل العاملين.

الجدول (7) سعر بيع الوحدة وكلفتها

المنتج	سعر الوحدة الواحدة	كلفة المواد الاولية والاجزاء المشتراة
مقياس ط1 (10-40)	36500	30471
مقياس ط3 (10-60)	116000	81688
مقياس ط3 (30-90)	117500	82511
مقياس ط3 (50-150)	125000	87730

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على سجلات الشركة

الكلفة المبينة في الجدول (7) هي كلف محملة من قبل الشركة، أي ان الشركة تحمل كلفة الأجزاء المشتراة بكلفة إضافية أكثر من السعر الأصلي عند المصدر. هذه الكلفة تتغير من فترة الى أخرى بحسب الأسعار المعروضة وتغير العرض والطلب، الا ان هذه الكلفة التي تم الحصول عليها من الشركة فأنها لم تتغير كما يتضح خلال الفترات المعتمدة في البحث، ومن جانب. اما أسعار البيع فأن الشركة تسعى لتخفيضها كأسلوب تسويقي ولبناء قاعدة تنافسية على أساس السعر. على الرغم من تشابه مكونات ومراحل انتاج المنتجات الأربع الا ان الأسعار متفاوتة، ويرجع ذلك لحجم المواد الداخلة في عملية التصنيع، على سبيل المثال فأن المقياس ط1 (10-40) يتطلب مواد قليلة جدا قياسا بالمقياس ط3 (50-150).

البيانات الواردة في الجدول (8) تبين صافي الربح المتحقق بعد تطبيق نظرية القيود ولكل فترة من الفترات. يتضح ان هناك تباين في الربح المتحقق خلال الفترات الزمنية، كما تبين ان الشهر الثاني والخامس والعاشر لم يتحقق أي ربح وذلك نتيجة لانخفاض الطلب على المنتجات المربحة وخصوصا منتج (50-150) من جهة وارتفاع الطلب على المنتج (10-40) من جهة أخرى وبعد معالجة الاختناقات. الأشهر المتبقية حققت أرباح بعد معالجة الاختناقات، اذ حقق الشهر الثالث أكبر ربح والذي بلغ (13526437) وهذا يرجع الى زيادة الطلب على المنتج (50-150) والذي يمثل أكبر هامش ربح من بين المنتجات الأخرى، اما الفترة التي حدثت خلالها أكبر خسارة وهي الفترة الثانية، وبلغت خسارتها (7169098).

الجدول (8) صافي الربح بحسب نظرية القيود

الطلب	شهر 12	شهر 11	شهر 10	شهر 9	شهر 8	شهر 7	شهر 6	شهر 5	شهر 4	شهر 3	شهر 2	شهر 1
(40-10)	503	0	591	386	140	438	163	715	0	0	120	220
(60-10)	100	652	125	125	560	235	452	78	0	0	121	291
0-30)9(	290	170	290	420	200	120	290	300	848	833	230	300
(150-50)	299	291	200	243	235	389	234	132	265	280	160	180
العائد												
(40-10)	18359500	0	21571500	14089000	5110000	15987000	5949500	26097500	0	0	4380000	8030000
(60-10)	11600000	75632000	14500000	14500000	64960000	27260000	52432000	9048000	0	0	14036000	33756000
(60-30)	34075000	19975000	34075000	49350000	23500000	14100000	34075000	35250000	99640000	97877500	27025000	35250000
(150-50)	37375000	36375000	25000000	30375000	29375000	48625000	29250000	16500000	33125000	35000000	20000000	22500000
المجموع	101409500	131982000	95146500	108314000	122945000	105972000	121706500	86895500	132765000	132877500	65441000	99536000
كلفة المواد الاولية والاجزاء المشتراة												
(40-10)	15326913	0	18008361	11761806	4265940	13346298	4966773	21786765	0	0	3656520	6703620
(60-10)	8168800	53260576	10211000	10211000	45745280	19196680	36922976	6371664	0	0	9884248	23771208
(60-30)	23928190	14026870	23928190	34654620	16502200	9901320	23928190	24753300	69969328	68731663	18977530	24753300
(150-50)	26231270	25529430	17546000	21318390	20616550	34126970	20528820	11580360	23248450	24564400	14036800	15791400
المجموع	73655173	92816876	69693551	77945816	87129970	76571268	86346759	64492089	93217778	93296063	46555098	71019528
ت. العمل	25875000	25875000	25875000	25875000	25875000	25875000	25875000	25875000	25875000	25875000	25875000	25875000
ت. غير مباشرة	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000
صافي الربح	1699327	13110124	-602051	4313184	9760030	3345732	9304741	-3651589	13492222	13526437	-7169098	2461472

المصدر: اعداد الباحث

المحور الثاني: تحديد الحجم الدفعة وفقا لخوارزمية (Wagner-Whitin)

يعرض الجدول (9) الحل المبدئي لهذا الأسلوب، حيث يعرض الطلب على منتوج ط3 (10-60) وتراكمي كلف الخزن مع كلف اصدار الطلبية لكل شهر، ليتسنى حساب كلف الطلب وكلف الخزن لكل شهر بمعنى اخر، ان كلف اصدار طلبية الشراء (450000) دينار وكلف الاحتفاظ بالخزين الشهرية (500) دينار للوحدة الواحدة يجري البدء من الفترة الاولى الى نهاية امد التخطيط وتجربة جميع البدائل الممكنة لتلبية احتياجات الفترة، على سبيل المثال يتم اصدار طلبية واحدة لتلبية احتياجات الفترة الاولى فقط (291) وحدة هنا تكون الكلفة الاجمالية لهذا الشهر هي مساوية لكلفة اصدار الطلبية فقط (450000) دينار دون كلف الاحتفاظ بالخزين والتي ستكون مساوية للصفر بسبب عدم وجود وحدات للخزن، ثم ننتقل الى الفترة الثانية والتي ستتيح لنا بديلين الاول سنقوم بإصدار طلبيتين للفترة الاولى والفترة الثانية ، إذ سيتحمل كلف اصدر طلبيتين (900000) دينار، اما البديل الثاني هو اصدار طلبية واحدة في الفترة الاولى لتلبي احتياجات الشهرين الاول والثاني معا، في هذه الحالة ستكون الكلف الاجمالية هي كلفة اصدار طلبية واحدة (450000) إضافة الى كلف الخزن بقدر احتياجات الشهر الثاني والبالغة (121) وحدة مضروبة بكلف الخزن الشهرية (500) دينار سيظهر لنا انها مساوية الى (60500) دينار وبكلفة اجمالية (510500) دينار، يعرض الجدول الاول من هذا الاسلوب تراكمات كلف الخزن وخلال امد التخطيط ولكل فترة.

الطلب المبين في جميع الجداول هي نتيجة المخرجات التي تم الحصول عليها عند تطبيق نظرية القيود عند تحديد المزيج الأفضل. الشهرين اذار ونيسان لا يوجد فيهما طلب نظرا لعدم توفر الطاقة لإنتاج هذا المنتج خلال هذه الأشهر. كما يتبين ان كلفة الخزن للشهر الأول هي صفرا على افتراض عدم وجود مخزون خلال الفترة الأولى عند بداية الإنتاج، وهنا نتحمل فقط كلفة إطلاق امر الشراء والبالغ (450000) دينار عن كل امر شراء، ويمثل هذا المبلغ متوسط كلفة إطلاق أوامر الشراء لكل منتج. طريقة احتساب الكلف التراكمية للخزين لتسهيل العمليات الحسابية واختصارها بدلا من اعتماد الأسلوب المفصل الذي يتطلب العديد من الحسابات المطولة والمعقدة. يجري هنا إضافة كلفة الخزن بشكل تراكمي لكل فترة وصولا الى نهاية افق التخطيط المفترض وبالشكل الافقي والعامودي فالكلفة 60500 تشير الى كلفة الخزن لشهر شباط والتي تم الحصول عليها من خلال ضرب عدد الوحدات المطلوبة لهذا الشهر في كلفة الخزن للوحدة الواحدة (500*121 = 60500).

الجدول (9) كلف الخزن لكل فترة لمنتج ط3 (10-60)

الشهر	ك2	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت1	ت2	ك1
الطلب	291	121	0	0	78	452	235	560	125	125	652	100
تراكمي كلفة الخزن	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500
ك2	450000	60500	0	0	156000	1130000	705000	1960000	500000	562500	3260000	550000
شباط		450000	0	0	117000	904000	587500	1680000	437500	500000	2934000	500000
اذار			450000	0	78000	678000	470000	1400000	375000	437500	2608000	450000
			نيسان	450000	39000	452000	352500	1120000	312500	375000	2282000	400000
				ايار	450000	226000	235000	840000	250000	312500	1956000	350000
					حزيران	450000	117500	560000	187500	250000	1630000	300000
						تموز	450000	280000	125000	187500	1304000	250000
							اب	450000	62500	125000	978000	200000
								ايلول	450000	62500	652000	150000
									ت1	450000	326000	100000
										ت2	450000	50000
											ك1	450000

بعد اجراء حساب كلف الخزن لكل شهر، يجري الان حساب التراكمي لكلف الخزن ولكل شهر من أشهر فترة التخطيط بالاعتماد على النتائج التي حُسبت في جدول (9) لكلف الخزن، وعلى سبيل المثال نلاحظ ان كلف الخزن للشهر كانون الثاني تتكون من كلف اصدار الطلبية فقط (450000) دينار، اما بالنسبة لتراكمي شهر شباط (510500) دينار والتي تكونت من كلف شهر كانون الثاني (450000) دينار مضاف لها كلف الخزن لشهر شباط (60500) دينار. اما الشهرين اذار ونيسان فلا يوجد تغير في الكلفة وذلك نظرا لعدم وجود طلب خلال هذه الفترات وبالتالي لا يوجد حاجة لإصدار أوامر لأطلاق أوامر الشراء. ونلاحظ ان بقية الأشهر تبدأ هذه الكلفة بالتزايد نتيجة زيادة الطلب خلال هذه الفترات. وهكذا تجري نفس العملية ولجميع الأشهر. بعد اجراء الحسابات الخاصة بالتكاليف الاجمالية لكل فترة عن طريق تراكم الكلف المعروضة في جدول كلف الخزن لكل فترة ، يجري الان حساب اجمالي الكلف المترتبة على كل اطلاقة وذلك عن طريق اضافة اقل كلفة تراكمية موجودة في عمود معين الى الصف الذي يليه والذي على أساسه تحدد عدد الاطلاقات، مثلا في شهر كانون الثاني تنقل البيانات كما هي من جدول (10) الخاص بتراكم التكاليف الى الجدول (11)، ثم ننتقل الى حسابات شهر شباط نلاحظ ان العمود الذي يسبقه هو عمود شهر كانون الثاني له خلية واحدة فقط قيمتها (450000) دينار، تتم اضافتها الى الصف الذي يخص شهر شباط، اما في شهر اذار نلاحظ ان العمود الذي يسبقه هو عمود شهر شباط يتكون من خليتين الاولى قيمتها (510500) دينار والخلية التي اسفلها قيمتها (900000) دينار . في هذه الحالة نختار اقل قيمة (510500) دينار واضافتها الى صف كلف شهر اذار التراكمية، وهكذا لبقية الاشهر.

ومن خلال النتائج التي يعرضها الجدول (11) التالي تظهر ان اول اطلاقة هي في شهر كانون الثاني تغطي الاحتياجات لغاية شهر ايار، اما الاطلاقة الثانية في شهر حزيران لتغطي احتياجاته واحتياج شهر تموز، تليها الاطلاقة الثالثة في شهر اب لتغطي احتياجات ثلاث فترات من شهر اب لغاية شهر تشرين الاول، اما الاطلاقة الاخيرة فهي مخصصة لتغطية احتياجات بقية الاشهر، اما عن كميات حجوم الدفعات فبالرجوع الى جدول (9) كلف الخزن لكل فترة والمعروضة فيه كميات الطلب، نلاحظ ان حجم الدفعة الاولى يبلغ (490) وحدة والدفعة الثانية (687) وحدة والدفعة الثالثة (810) وحدة واخيرا حجم الدفعة الرابعة (752) وحدة .

جدول (10) تراكمي كلف الخزن لمنتج ط3 (10-60)

الشهر	ك2	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت1	ت2	ك1
ك2	450000	510500	510500	510500	666500	1796500	2501500	4461500	4961500	5524000	8784000	9334000
	شباط	450000	450000	450000	567000	1471000	2058500	3738500	4176000	4676000	7610000	8110000
		اذار	450000	450000	528000	1206000	1676000	3076000	3451000	3888500	6496500	6946500
			نيسان	450000	489000	941000	1293500	2413500	2726000	3101000	5383000	5783000
				ايار	450000	676000	911000	1751000	2001000	2313500	4269500	4619500
					حزيران	450000	567500	1127500	1315000	1565000	3195000	3495000
						تموز	450000	730000	855000	1042500	2346500	2596500
							اب	450000	512500	637500	1615500	1815500
								ايلول	450000	512500	1164500	1314500
									ت1	450000	776000	876000
										ت2	450000	500000
											ك1	450000

جدول (11) تحديد عدد الاطلاقات لمنتج **ط3 (10-60)**

الشهر	ك2	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت1	ت2	ك1
ك2	450000	510500	510500	510500	666500	1796500	2501500	4461500	4961500	5524000	8784000	9334000
	شباط	900000	900000	900000	1017000	1921000	2508500	4188500	4626000	5126000	8060000	8560000
		اذار	960500	960500	1038500	1716500	2186500	3586500	3961500	4399000	7007000	7457000
			نيسان	960500	999500	1451500	1804000	2924000	3236500	3611500	5893500	6293500
				ايار	1116500	1342500	1577500	2417500	2667500	2980000	4936000	5286000
					حزيران	1116500	1234000	1794000	1981500	2231500	3861500	4161500
						تموز	1566500	1846500	1971500	2159000	3463000	3713000
							اب	1684000	1746500	1871500	2849500	3049500
								ايلول	2134000	2196500	2848500	2998500
									ت1	2196500	2522500	2622500
										ت2	2321500	2371500
											ك1	2771500

من الجدول (12) والذي يعرض مواعيد الاطلاقات وحجمها يتبين لنا الاطلاق الاول خلال فترة التخطيط في شهر كانون الثاني بحجم (490) وحدة ثم تليها الاطلاقة الثانية في شهر حزيران وبحجم (687) وحدة وبعدها اطلاقة الشهر اب والبالغة (810) وحدة والاخيرة في شهر تشرين الثاني بحجم (752) وحدة.

الجدول (12) اوامر إطلاق المنتج ط3 (10-60)

الشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GR	291	121	0	0	78	452	235	560	125	125	652	100
SR												
POH	199	78	78	78	0	235	0	250	125	0	100	0
NR	291					453		560			652	
PR	490					687		810			752	
POR	490					687		810			752	

ولغرض حساب التكاليف الاجمالية للخزن لهذا المنتوج وعلى وفق اسلوب واكنر-وتن والمتضمنة كلف الاحتفاظ بالخزين وكلف إطلاق الاوامر، إذ جرى احصاء الكميات المخزونة وعلى طول مدة التخطيط والبالغة أثني عشر شهرا وعدد الاطلاقات في نفس الفترة وكانت كلاتي:

الكلف الاجمالية للخزن = (اجمالي عدد الوحدات المخزونة لكل فترة * كلف الخزن) + (عدد الاطلاقات * كلفة اصدار الطلبية)

= (1143 * 500) + (4 * 450000) = 2371500 دينار

اما بالنسبة لمنتج ط1 (10-40) جرى حساب حجوم الدفعات لهذا المنتوج، اذ تعتبر الخطوة الاولى لتحديد حجوم الدفعات وفقا لأسلوب واكنر وتن، نلاحظ، لو تم اطلاق الطلبية لشهر كانون الثاني ستتحمل الشركة كلفة اصدار الطلبية فقط (360000) دينار، ولو تم اطلاق الطلبية لتغطي احتياج شهري كانون الثاني وشباط ستتحمل الشركة كلفة اصدار الطلبية مضافا لها كلف الاحتفاظ بالخزين لشهر واحد والبالغة (21000) دينار، ستكون بهذه الحالة الكلفة الاجمالية بقيمة (381000) دينار، اذ تعتبر اقل فيما لو جرى اطلاق دفعتين منفصلتين لكل شهر بمقدار (720000) دينار.

كما ذكرنا ان كلفة اعداد الطلبية لهذا المنتج بلغت (350000) دينار، وهي تمثل كلفة الفترة الأولى، بافتراض عدم وجود خزين عند بداية الفترة، وان احتساب الكلفة التراكمية للشهر الثاني تتم من خلال جمع كلفة اعداد الطلبية عند بداية الفترة مع كلفة الخزن للوحدات المطلوبة لفترة الثانية. يظهر لنا ان الكلفة التراكمية للفترة الثانية بلغت 360000 + (175 * 120) = 381000. الشهرين الأول والثاني لا يوجد انتاج بسبب عدم توفر الطاقة الازمة، وبالتالي تبقى التكاليف كما هي. كما يلاحظ في شهر أيار زيادة التكاليف بشكل كبير، حيث بلغت (715 * 700 + 381000 = 881500) وذلك نظرا لزيادة عدد الوحدات المطلوبة والتي بلغت (715) لهذا الشهر.

تحدد مواعيد الاطلاق وعددها وفقا للحسابات الخاصة بمنتج ط1 (10-40)، هنا وفي هذه الخطوة يتم نقل الصف الاول من الجدول الخاص بالحسابات التراكمية الى جدول تحديد عدد الاطلاقات، ومن ثم اضافة اقل قيمة للعمود الناشئ الى صف الكلف التراكمية الذي يليه، مثلا لو اردنا حسابات شهر اذار، نلاحظ وجود كلفتين في العمود الذي يسبقه الاولى خاصة بشهر كانون الثاني (381000) دينار والثانية خاصة بشهر شباط (720000) دينار، في هذه الحالة تتم اضافة الكلفة الاقل لصف شهر اذار في جدول الكلف التراكمية، وعند اكتمال اجراء الحسابات نلاحظ ان عدد الدفعات هي ثلاث دفعات الاولى منها تغطي لاحتياجات الاربع اشهر الاولى من فترة التخطيط، في حين الثانية منها تغطي احتياجات الفترة من شهر ايار ولغاية شهر ايلول، واخيرا الدفعة الثالثة لتغطي احتياجات الفترة من تشرين الاول ولغاية كانون الاول. يتبين لنا الاطلاق الاول خلال فترة التخطيط في شهر كانون الثاني بحجم (340) وحدة ثم تليها الاطلاقة الثانية في الشهر الخامس وبحجم (1842) وحدة وبعدها اطلاقة الشهر العاشر والبالغة (1094) وحدة. بلغت الكلف الاجمالية للخزن لمنتج ط1 (10-40) بـ (1802575) دينار محسوبة من خلال عدد الوحدات المخزونة لاثني عشر شهرا والتي بلغت

(4129) وحدة مضروبا بكلفة الخزن للوحدة الواحدة (175) دينار، مضافا اليها كلف اصدار ثلاث طلبيات والبالغة (1080000) دينار.

ولغرض حساب عدد وحجوم الاطلاقات لمنتج ط3 (30-90)، جرى اعتماد نفس الحسابات السابقة لكل فترة من فترات التخطيط الاثني عشر شهرا، ليتسنى الانتقال الى الخطوة التالية لحساب تراكمات الكلف. يتم حساب قيم تراكمية ولكل شهر من أشهر التخطيط، للتمهيد الى حساب عدد الدفعات ومواعيدها في الخطوة الثالثة. يتبين لنا ان الاطلاق الاول خلال فترة التخطيط في الشهر الأول والتي كانت بحجم (530) وحدة ثم تليها الاطلاقة الثانية في الشهر الخامس وبحجم (710) وحدة وبعدها اطلاقة الشهر الثامن وبكمية (200) وحدة، ليجري بعد ذلك في الشهر التاسع إطلاق جديد بحجم (420) وحدة، اما الاطلاق الأخير فيكون في الشهر الحادي عشر بحجم (750) وحدة. ومن خلاله يمكن حساب اجمالي تكاليف الخزن والتي بلغت (4179000) دينار.

وفقا للنتائج المستخرجة ان عدد الدفعات لمنتج ط3 (50-150) ستة دفعات الاولى منها تغطي الفترة من شهر كانون الثاني لغاية شهر اذار في حين ان الدفعة الثانية جاءت لتغطي الفترة من شهر نيسان لغاية شهر ايار، اما الدفعة الثالثة غطت شهر حزيران فقط تليها الدفعة الرابعة لشهري تموز واب والدفعة الخامسة مخصصة لشهري ايلول وتشرين الاول واخيرا دفعتي لتغطية شهر تشرين الثاني وكانون الاول منفصلتين. ومن خلال الاطلاقات المحسوبة وحجومها تبعا للنتائج المستخرجة، إذ بلغت تكاليفها الاجمالية (4590025) دينار.

عند اجراء المقارنة بين أسلوب الشركة والخوارزمية المستخدمة في البحث يتبين ان عدد الاطلاقات للمنتج (10-60)

و (30-90) بلغت 11 اطلاقة لكل منتج، اما المنتج (10-40) فقد كانت 13 امر انتاجي. بينما كان المنتج (50-150) 8 اطلاقات خلال السنة بالنسبة للشركة. وعند مقارنة عدد الاطلاقات التي تمت في الشركة مع تلك التي تم تحديدها باستعمال خوارزمية (W-W) والواردة في الجدول (17) يتضح ان هناك انخفاض كبير في عدد تلك الاطلاقات وهذا بدوره يودي الى انخفاض الكلفة الاجمالية لأوامر الإنتاج، فنفس الجدول (17) يقارن بين الكلفة التي تحملتها الشركة نتيجة تكرار الاطلاقات وتلك التي يتم توفيرها باستخدام خوارزمية وكنر-وتن.

من الواضح ان هناك انخفاض كبير في الكلفة الاجمالية عند تطبيق خوارزمية (W-W)، ويرجع هذا الانخفاض الى الانخفاض في عدد الاطلاقات. اذ بلغت نسبة الانخفاض في التكاليف بالنسبة للمنتج (10-60) 64% اما المنتجات (10-40)، (30-90) و(50-150) فكانت 77%، 45%، 12.5% على التوالي، ويعتبر هذا المؤشر جيدا بالنسبة لاستعمال هذه الخوارزمية والتي خفضت التكاليف بشكل اجمالي بنسبة 51%.

الجدول (17) مقارنة بين تكاليف اطلاقة الطلبية وفقا لأسلوب الشركة خوارزمية (W-W)

	وفقا لأسلوب الشركة			وفقا لخوارزمية (W-W)		
	عدد الاطلاقات	كلفة الاطلاقة الواحدة	المجموع	عدد الاطلاقات	كلفة الاطلاقة الواحدة	المجموع
المنتج ط3 (10-60)	11	500000	5500000	4	500000	2000000
المنتج ط1 (10-40)	13	360000	4680000	3	360000	1080000
المنتج ط3 (30-90)	11	500000	5500000	6	500000	3000000
لمنتج ط3 (50-150)	8	550000	4400000	7	550000	3850000
المجموع			20080000			9930000

المصدر: اعداد الباحث

المبحث الرابع

الاستنتاجات والتوصيات

أولا: الاستنتاجات

من خلال الاطلاع بشكل عام على الجوانب الفكرية لحجم الدفعة والفلسفية لنظرية القيود والنتائج التي تم التوصل لها، نستنتج عدة استنتاجات يمكن اجمالها ما يأتي:

1- تمثل حجم الدفعة أحد الأدوات المهمة في ضبط العملية الإنتاجية بشكل عام، وخطوط الإنتاج بشكل خاص، من خلال السيطرة على التدفق للأجزاء المراد انتاجها او شراءها.

2- تحديد حجم الدفعة الاقتصادية تساهم بشكل كبير في عملية خفض تكاليف الإنتاج وخصوصا الكلفة الاجمالية للمخزون وهذا ما اثبتته العديد من الدراسات السابقة.

3- هناك العديد من المشكلات المختلفة والمعقدة لتحديد الحجم الأمثل للدفعات منها المستويات المتعددة والمنفردة والمراحل المتعددة والمنفردة والمنتجات المتعددة والمنفردة، ولكل حالة من الحالات هناك تقنيات مناسبة لها، وان بعض هذه التقنيات لا تتناسب مع مشكلات معينة.

4- حاجة الشركة بجميع معاملها وخصوصا معمل المقاييس الالكترونية الى استخدام الأساليب والتقنيات العلمية في تحديد ومعالجة المشكلات التي تواجهها، بدلا من استخدام الخبرات والتقديرات الشخصية في معالجة تلك المشكلات.

5- أظهرت النتائج الميدانية للبحث بأن الطاقة الإنتاجية المتاحة غير كافية لمعالجة الكميات المطلوبة من قبل المعمل، وهذا ما يؤدي الى خسارة الفرصة.

6- تظهر النتائج ان الطاقة المتاحة حاليا غير متناسبة مع الكميات التي تم تخطيط انتاجها في السنوات القادمة.

7- تُبين النتائج ان كفاءة محطات العمل منخفضة وهذا ما يؤدي الى زيادة الاختناقات في محطات العمل.

8- لا تستند إدارة الشركة في تحديد الاختناقات ومعالجتها الى نظرية القيود نتيجة عدم معرفتهم بهذه النظرية وما توفره من أدوات تعالج تلك المشكلات.

9- تُبين النتائج محدودية الطاقة الإنتاجية لمحطات العمل في معمل المقاييس الالكترونية، وذلك بسبب قلة ساعات العمل اليومية فضلا عن اعتماد نظام العمل بوجبة عمل واحد لكل يوم عمل.

10- تباين في الطاقة المتاحة للمنتجات نتيجة الاختلاف في وقت المعالجة المطلوب لكل منتج من المنتجات الاربعة.

11- تعتمد الشركة في تحديد أولوية الإنتاج للمنتجات على أساس الطلب المقدم، أي ما يرد أولا ينتج أولا.

12- من خلال الزيارات الميدانية تبين ان الشركة لا تستخدم أساليب وتقنيات علمية في تحديد حجم الدفعة الاقتصادية. فضلا عن عدم احتساب كلفة الخزن واعداد الطلبية من قبل الشركة.

13- تبين النتائج ان الأسلوب الأفضل لخفض التكاليف العامة هو اعتماد الشركة على الخزن بدلا من إطلاق الطلبيات كمتوسط خمسة أشهر، وذلك لان كلفة الخزن اقل من كلفة إطلاق الطلبية.

14- تشير النتائج ان استعمال خوارزمية ***Wagner-Whitin*** تسهم في تقليل التكاليف الاجمالية وبنسبة تصل الى 51%.

15- إمكانية تحديد حجم الدفعة لعدة منتجات في ظل نظرية القيود، ولكن ضمن ظروف وشروط معينة.

ثانيا: التوصيات

يقدم الباحث ادناه مجموعة من التوصيات بالاستناد الى الاستنتاجات التي تم طرحها في الفقرة الاولى من هذا المبحث وهي كما يأتي:

1- نوصي الشركة بضرورة التوجه نحو استخدام الأساليب العلمية التي تستخدم في تحديد الحجم الأمثل للدفعة، والتي تسهم في تقليل الكلف العامة واهمها خوارزمية ***Wagner-Whitin*** والتي تتميز بالبساطة والسرعة في اجراء الحسابات الخاصة بها.

2- تعتبر تكلفة الخزن والاعداد من عناصر التكاليف المهمة والمؤثرة في حجم وتكرار الطلب، لذلك فان الباحث يوصي بضرورة اتباع الشركة طريقة المفاضلة بين اساليب تحديد حجم الدفعة لاختيار الأسلوب الذي يحقق هذا التقليل وبما يتلاءم مع سياسة الشركة.
3- بالنظر لأهمية أنظمة التخطيط والسيطرة في تنظيم العمل وتقليل تكاليفه، وفي تحسين الأداء واستمرار تطوره، فانه من الضروري ان تتوفر لدى العاملين في مختلف الأقسام في الشركات الصناعية والخدمية ولاسيما الموظفين العاملين في مجالات التخطيط (تخطيط الانتاج، المواد، الموارد البشرية والموارد المالية) معرفة وفهم لفوائد ومجالات استخدام هذه الأنظمة. لذا يوصي الباحث بضرورة إقامة الدورات التدريبية والتعريفية بأهمية هذه الأنظمة وفوائدها وتطورها، وكيفية الاستفادة منها.
4- نظرا لعدم احتساب كلفة الخزن واعداد الطلبية من قبل الشركات العراقية الحكومية عامة وشركة ديالى خاصة، ولأهمية اساليب تحديد حجم الدفعة في تقليل التكاليف تتطلب من إدارة الشركة ومن العاملين في مجال التخطيط والحسابات ان يكونوا على دراية ومعرفة بمختلف أساليب تحديد حجم الدفعة يوصي الباحث بإقامة دورات خاصة للعاملين في مجال التخطيط والمالية وخصوصا الكلف بهدف تعلم كيفية حساب حجم الطلبية على وفق كل خوارزمية والكلف المترتبة على تلك الخوارزمية.
5- اعتماد أدوات نظرية القيود في تحديد ومعالجة الاختناقات، لما لها من دور كبير في زيادة ربحية الشركة.
6- ضرورة تحديد أولوية انتاج المنتجات بحسب هامش المساهمة الأعلى، بهدف تحسين الرحية وتقليل الكلف.
7- نوصي الشركة بمعالجة الاختناقات من خلال زيادة الطاقة الإنتاجية باعتماد عدة بدائل منها:
أ- العمل على وجبتي عمل بدلا من وجبة عمل واحد.
ب- استغلال الوقت الفائض عندما تكون الكميات المطلوبة قليلة في فترات معينة، وتخزينها لان كلفة الخزن اقل من كلفة خسارة الفرصة.
ت- العمل بنظام الوقت الاضافي.
ث- إعادة تصميم العملية لتقليل وقت التهيئة والاعداد.
ج- زيادة عدد الآلات والمعدات المستخدمة في العمل.
ح- زيادة عدد العاملين.
خ- إضافة يوم عمل بحيث تصبح أيام العمل ستة أيام بدلا من خمسة أيام.
8- جدولة العمليات الإنتاجية في ضوء الطاقة المتاحة في نقاط الاختناق، لان الجدولة انطلاقا من المحطات غير المقيدة لا تؤدي الى تحسين النظام.
9- بما ان اغلب عمليات المعالجة في محطات العمل تتطلب عمل يدوي، يتوجب تحويل بعض العاملين من المحطات غير المقيدة الى محطات الاختناق بهدف زيادة الطاقة.
10- تدريب العاملين بهدف زيادة مهاراتهم وقدراتهم لأداء أعمالهم بشكل أسرع وذلك لان الكثير من العمليات في محطات الاختناق تعتمد على هذه المهارات وبالتالي التقليل من الاختناقات المتولدة نتيجة انخفاض تلك المهارات.

المصادر

1- Bozarth, Cecil C. & Handfield, Robert B. (2016), Introduction to operations and supply chain management, 4th, Always Learning, England.

2- BRAHIMI, Nadjib (2004), Production Planning: Models and algorithms for lot sizing problems, Master's degree thesis, Universit´e de Nantes.

3- Chen, Hsin-Der & Hearn, Donald W. & Lee, Chung-Yee (1993), A New Dynamic Programming Algorithm for the Single Item Capacitated Dynamic Lot Size Model, Journal of Global Optimization 4: 285-300.

4- Cox, James F. & Schleier, Jr, John G. (2010), Theory of Constraints, Handbook, The McGraw-Hill Companies, Inc, United States.

5- Dilworth, James B., (2000), Operations Management-providing value in Goods and Services, 3rd ed, Harcourt Inc.

6- Goisque, Guillaume (2017), Optimization methods for multi-level lot-sizing problems, A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of DOCTOR OF PHILOSOPHY, University de Lorraine.

7- Goldratt, Eliyahu M. (2004), What is this thing called Theory of Constraints, and how should it be implemented?.

8- Gonzalez, Juan J. & Tullous, Raydel (2004), Optimal Lot Size Decisions Using the Wagner-Whitin Model with Backorders: A Spreadsheet Version, The University of Texas at San Antonio, pp 1-17.

9- Groop, Johan (2012), Theory of Constraints in Field Service: Factors Limiting Productivity in Home Care Operations, University of Georgia, USA.

10- Gupta, Ajay & Bhardwaj, Arvind & Kanda, Arun, (2010), Fundamental Concepts of Theory of Constraints: An Emerging Philosophy, International Journal of Economics and Management Engineering, Vol:4, No:10.

11- Heizer, Jay & Render, Barry & Munson, Chuck, (2017), Operations Management, Sustainability and Supply Chain Management, 12th, MYOMLAB, New Jersey.

12- Honiball, H.R. (2012), the implementation of Theory of Constraints in a multiproject environment: an action research approach, degree of Master of Business Administration, University of Pretoria.

13- Hoogen, D.J.F. van den (2010), Lot Sizing at Akzo Nobel Polymer Chemicals: Improving the Quantity and Timing of Production Orders, Master's degree thesis, University of Twente (UT), Industrial Engineering & Management.

14- Ivanov, Dmitry & Tsipoulanidis, Alexander & Schonberger, Jorn, (2017), Global Supply Chain and Operations Management. A Decision-Oriented Introduction to the Creation of Value, Springer>

15- Jacobs, F. Robert & Berry, William L. & Whybark, Clay & Vollmann, Thomas E, (2011), Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management, McGraw-Hill, New York.

16- Jacobs, F. Robert & Chase, Richard, B., (2018), Operations and supply chain Management, 15th, McGraw – Hill, New York.

17- Karimi, B. & Ghomi, S.M.T. Fatemi & Wilson, J.M. (2003), the capacitated lot sizing problem: a review of models and algorithms, the international journal of management science, Omega 31, 365 – 378.

18- Krajewski, Lee J. Ritzman, Larry P. & Malhotra Manoj K. (2016), Operations management: processes and Supply chains "11th ed., person prentice – Hall, New Jersey.

19- Nahmias, Steven & Olsen, Tava Lennon (2015), Production and Operations Analysis, 7th ed., WAVELAND PRESS, INC. New Yourk.

20- Nordli, Atle (2011), Transportation Lot Sizing in the Cement Industry, Master of Science in Business and Economics, BI Norwegian Business School.

21- Okutmus, Ercüment & Kahveci, Ata & Kartasova, Jekaterina (2015), Using theory of constraints for reaching optimal product mix: An application in the furniture sector, Elsevier: Intellectual Economics, 138–149.

22- Owusu, Bernard Osei (2013), Determination of optimum Quantity Cost And Cycle Time Using Inventory Model With Stock Level Dependent Demand Rate And Variable Holding Cost. Thesis in the Master's Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi.

23- Pongsart, Garoon (2015), Theory of Constraints (TOC) And Appreciative Inquiry (AI): A Comparative Study of Their Effectiveness in Improving Master's Thesis Students' Performance, Master's Thesis, Victoria University of Wellington.

24- Rachmawati, Suri Nur & Siregar, Khairani Ratnasari (2013), An Analysis of Transformer Raw Materials Planning by Using Lot Sizing Technique (A Study Case of PT. XYZ Indonesia), International Journal of Science and Research (IJSR), ISSN (Online): 2319-7064.

25- Reid R., Dan, Sanders, Nada R., (2013), Operations Management: An Integrated Approach, 5th ed., John Wiley & sons, Inc, America.

26- Rosen, Bengt-Göran (2016), Bottleneck improvement using simulation based optimization, Master of Science program, Halmstad University.

27- Roy, Ram Naresh, (2005), A Modern Approach to Operations management, 1nd ed., New Age International (P) Ltd. Publishers, New Delhi.

28- Russell, Roberta S. & Taylor, Bernard W., (2011), Operations Management Creating Value along the Supply Chain, 7th ed., Prentice-Hall, Inc., New Jersey.

29- Sacco, Alberto Antonio (2016), The Role of Ergonomics in Lot Sizing Decisions, Master of Mechanical Engineering, Università degli Studi di Padova, School of Engineering.

30- Sadjadi, S. J. & Aryanezhad, B.Gh. & Sadeghi, H.A. (2009), An Improved WAGNER-WHITIN Algorithm, International Journal of Industrial Engineering & Production Research, pp. 117-123.

31- Saydam, Cem & Evans, James R. (1990). A Comparative Performance Analysis of The WAGNER-WHITIN algorithm and Lot-Sizing Heuristics, Computers ind. Engng Vol. 18, No. 1, pp. 91-93.

32- Saydam, Cem & Mcknew, Mark (1987), A FAST MICROCOMPUTER PROGRAM FOR ORDERING USING THE WAGNER-WHITIN ALGORITHM, University of North Carolina at Charlotte.

33- Schmidta, M. & Munzbergb, B. & Nyhuisa, P. (2015), Determining lot sizes in production areas – exact calculations versus research based estimation, Science Direct: Procedia CIRP 28,143 – 148.

34- Slack, Nigel & Brandon-Jones, Alistair, (2018), Operations and process management, Principles and Practice for Strategic Impact", 5th ed, Harlow, United Kingdom.

35- Sukalova, Viera & Ceniga, Pavel (2015), Application of The Theory of Constraints Instrument in The Enterprise Distribution System, Science Direct: Procedia Economics and Finance, 134 – 139.

36- Ullah, Hafiz & Parveen, Sultana, (2010), A Literature Review on Inventory Lot Sizing Problems, Global Journal of Researches in Engineering, Vol.10 Issue5 (Ver 1.0).

37- Wagner, Harvey M. & Whitin, Thomson M. (1958), Dynamic Version of The Economic Lot size Model, Management Science, Vol. 5, No. 1, pp. 89-96.

38- Zhai, Zhongping (2011), The Order Selection and Lot Sizing Problem in the Make-to-Order Environment, A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, Florida International University.

Determination of the lot size using the Wagner-Whitin algorithm under the Constraint Theory / Case Study of Diyala Public Company

Dr. Maha Kamel Jawad
University of Baghdad - College of Administration and Economics - Department of Business Administration
Omar Falah Hassan Al-Obaidy
University of Al-Rafdain - Department of Business Administration

Abstract

International companies are striving to reduce their costs and increase their profits, and these trends have produced many methods and techniques to achieve these goals. these methods is heuristic and the other Optimization.. The research includes an attempt to adapt some of these techniques in the Iraqi companies, and these techniques are to determine the optimal lot size using the algorithms Wagner-Whitin under the theory of constraints. The research adopted the case study methodology to objectively identify the problem of research, namely determining lot size optimal for each of the products of electronic measurement laboratory in Diyala and in light of the bottlenecks in workstations or constraints that limit capacity. Which is suffering from the Electronic Standards Lab with its four products. The research aims to identify the bottlenecks in the work stations through the use of some of the tools of the theory of constraints and work to address them by determining the optimal mix, as well as work to determine the optimal lot size for each product and to ensure that these the least cost. As the importance of research is to draw the attention of the company to the use of scientific methods to deal with the problems in this research to be a starting point towards a comprehensive understanding of those methods and the benefits of their use. The results also showed the advantage of the Wagner-Whitin algorithm in determining the optimal size of the lot on the company method and the adoption of cost standards. Taking into account the recommendations of the research, which is the adoption of scientific methods in determining the size of the lot and the application of the theory constraints and layout of the laboratory and training employees to use these techniques to achieve the company the ability to reduce the cost and thus increase profits.

Keywords: **Lot size, Wagner-Whitin algorithm, Constraint theory.**