استخدام أسبقيات التتابع في جدولة العلميات التصنيعية

((دراسة تطبيقية في شركة ابن ماجد العامة))

Using Priority Sequencing In Scheduling Manufacturing Operations
An applied Study In State Company Of IBN-MAJID

م. إيمان عسكر حماوي
المعهد التقني - البصرة

المستخلص

عند الوصول بالعمل إلى قرارات يمكن اتخاذها على عدة أوامر سوف يتم العمل بهـا، تعطـى أسبقيات إلى العمل في العمليات التي تحدد غالبا بواسطة بعض القواعد، وهذه القواعـد معقـدة نسبيا مما يتطلب عدة أنواع من المعلومات إلا أنه يمكن الاستفادة من تعاقب الأعمال عن طريق تنظيم مركب لمراكز العمل وتتمثل أهداف استخدام قواعد التتابع بالاتي:

١- مقابلة موعد الاستحقاق لوعود الزبون (الاعتمادية).
٢- تدنية وقت انتهاء العمل في العمليات كذلك التعرف على وقت التدفق (السرعة).
٣- تدنية مخزون العمليات تحت التشغيل (عنصر كلفة).
٤- تدنية وقت العمل العاطل لمراكز العمل (عنصر كلفة) .

ABSTRACT

When it would got the work arrives, decisions to which made depending on many order in which the work will be tackled .The priorities given to work in an operation are often determined by some predefined set of rules. Some of these sequencing rules are relatively complex. They require several types of information but can be useful when sequencing jobs through a complex arrangement of work centers, objectives used to sequencing rules as can be listed the following:

1-Meeting 'due date' promised to customer (dependability).
2-Minimizing the time the job spends in the process, also known as' flow time' (speed).
3-Minimizing work –in-progress inventory (an element of cost).
4-Minimizing idle time of work centers (another element of cost).

تم استلام البحث بتاريخ ٢٠٠٨/5/14 تم قبول البحث بتاريخ ٢٠٠٨/١١/١٧

المقدمة Introduction

تواجه إدارة العمليات تحديات كبيرة نتيجة للتغيرات في رغبات الزبائن والعطلات في المكائن وتأخير تسليم المنتوج مما يتطلب من مديري العمليات مواجهتها والسعي لحلها وبالتالي ينعكس ذلك على كفاءة أداء المنظمة وفاعليتها، لذا تعد الجدولة الأداة التي تساعد على الاستخدام الكفوء لإستراتيجية العمليات من خلال وضع جداول مواعيد مفصلة تعرض الوقت أو تاريخ البداية والنهاية للأعمال المراد إنجازها، إذ تؤدي الجدولة دورا مهما لضمان إشباع رغبات الزبون من خلال أنجاز أوامر العمل وتسليمها في وقتها واستخدام الموارد بشكل كفؤ، إذ إن كفاءة إدارة العمليات تعتمد في جانب مهم منها على الجدولة الفاعلة التي تؤدي إلى تحقيق أفضل استخدام للمواد والمكائن والعاملين وينعكس ضعف الالتزام بعملية الجدولة على التأخير في أنجاز الأعمال والضياع في الوقت .

يتضح مما تقدم إن جدولة العمليات تتطلب إعداد قوائم أو جداول زمنية بالإعمال المرغوب إنجازها بتوقيتات زمنية محددة على وفق التتابع يعتمد على الأسبقيات المرغوبة التي يتم بموجبها أنجاز الأعمال.

منهجية البحث

مشكلة البحث:

من خلال المتابعة الميدانية والملاحظة لواقع شركة ابن ماجد العامة تبين إن الشركة تعاني من هدر في الوقت والموارد وتداخل بين متطلبات العمليات وزيادة في المخزون تحت الصنع، وهذا يعود في جانب منة إلى تزايد متطلبات عمل الشركة، وما يترتب علية من تزايد في إجراءات عملياتها، ومن جانب أخر افتقار الشركة إلى تنظيم إجراءات تدفق عملياتها، كل هذا يوضح أهمية جدولة عمليات الشركة، والحاجة إلى نظام جدولة واضح فيها،والمشكلة تثير السؤال الأتي:-

هل شركة ابن ماجد بحاجة إلى جدولة تنظيم عملياتها، وتسمح بالسيطرة على حركة موجوداتها؟

هدف البحث

يهدف البحث إلى ابناء نظام للجدولة ملائم لجدولة العمليات في شركة ابن ماجد العامة وذلك بهدف التخلص من الهدر في الوقت وزيادة كفاءة أداء العمليات .

حدود البحث

تمثلت حدود الدراسة مكانيا في المصانع الثلاثة لشركة ابن ماجد العامة، وزمانياً بالعام ٢٠٠٥- ٢٠٠٦ .

مجال البحث

تضمن مجال البحث المصانع الثلاثة في شركة ابن ماجد العامة وقسم التخطيط المسؤول عن إعداد أوامر العمل .

طريقة الدراسة

تمثلت بدراسة واستعراض المفهوم النظري والنتائج المتوقعة من جراء استخدام أسبقيات التتابع في جدولة العمليات التصنيعية وتم الاعتماد في الحصول على المعلومات باستخدام طرائق مختلفة (الكتب، والتقارير، والدراسات) والمعلومات الخاصة بأوامر العمل وانجازها من سجلات الشركة.

الجزء الأول:**الجانب النظري**: (**جدولة العمليات – عرض وتحليل**)

أولا:**مفهوم التتابع و أهدافه** *Concept of Sequencing and Its Objectives*

يتطلب تنظيم (أوامر العمل) المرغوب إنجازها تحديد مواعيد بدء وانتهاء هذه الأعمال على المكائن نفسها مما يعني ضرورة تحديد تتابع ما لتشغيل تلك الأوامر في مراكز العمل. ويقصد بالتتابع (تحديد تسلسل عمليات تنفيذ أوامر العمل من خلال تحديد أولويات تنفيذها في مراكز العمل)[١].

وعلية يهدف التتابع sequencing إلى عدد من الأهداف على وفق [٢]:

١- أنجاز أوامر العمل بمواعيد استحقاقها أو بقليل من التأخير المحتمل مما يعني إن التتابع يركز على ثلاثة عناصر هي الإنجاز والوقت، وتدنية معدل التأخير .
٢- تعظيم مجال استخدام الآلات ورأس المال المستثمر .
٣- تعظيم مدى استخدام الطاقة المتاحة .
٤- تدنية رأس المال المستثمر في المخزون من المواد تحت التشغيل .

ثانيا:**مفهوم الجدولة** *Concept of Scheduling*

تعد الجدولة خطوة مهمة لتحقيق أهداف الإنتاج، إذ ينبغي توفر جدول زمني لتنفيذ الأعمال بما يتوافق مع الإمكانات المادية والبشرية والتكنولوجية المتاحة، إذ أن أي تأخير في أنجاز تلك الأعمال يؤدي إلى مردودات سلبية مما يعني ضعف في عملية الجدولة .

وتعرف الجدولة بأنها (تحديد متى تتحقق الحاجة للعمل والمعدات والمصانع لإنتاج منتـوج أو تقديم خدمة، فهي المرحلة الأخيرة من التخطيط قبل أن يبدأ الإنتـاج)[٣]، كمـا عرفـت بأنهـا (إعداد قوائم بالإعمال التي ينبغي أداؤها بتوقيتات زمنية محددة وباعتمـاد أسـبقيات التتـابع المرغوبة)[٤].

يتضح مما تقدم إن الجدولة تركز على عنصرين أساسيين هما[٢]:

١-التحميل(Loading)وهي عملية توفيق بين الطاقة اللازمة والطاقة المتاحة للإنتاج وتـتم عن طريق تخصيص الأوامر الإنتاجية على آلات وإفراد معينين بهدف تقليل التكـاليف إلى اقل حد ممكن.

٢-التتابع(Sequencing)ويقصد به تتابع (تسلسل)عمليات تنفيذ أوامر الإنتاج عن طريـق تحديد أولويات للتنفيذ.

لذا ينبغي الإشارة إلى ضرورة عمل جدول للإنتاج يتضمن وقت البدء والانتهاء من كل طلبيـه وكذلك التتابع في تنفيذ هذه الطلبيات وهذا ما ركزت علية هذه الدراسة.

ثالثا: **ماهية قواعد تحديد الأسبقية** *Determine Priority Rules*

يعد تحديد عدد من القواعد أو الأولويات أساسا لعملية الترتيب المستخدم في أنجاز عـدد من أوامر العمل والتوصل إلى التتابع المناسب لتلـك الأوامـر ،وتعـرف قاعـدة الأسـبقيات بأنها(مرشد ودليل عمل لتحديد تتابع انجاز الأعمال في مراكز الإنتاج)[١]، إذ تبرز ضـرورة اختيار قاعدة أو أساس لإنجاز العمل بازدياد عدد (أوامر العمل) المطلـوب إنجازهـا بمواعيـد محددة إذ إن كل أمر عمل يختلف عن الأخر من إذ وقت التسليم المتفق علية والوقـت الـلازم لإتمام العملية في كل قسم ،كذلك فان هذه الأوامر تشترك في استخدام القسم نفسه أو الآلة التـي عادة ما تكون ذو طاقة تشغيلية محدودة، مما ينبغي تحديد العمل الذي يـؤدى أولا والأعمـال اللاحقة له وذلك بهدف تخفيض التكاليف. لذا يمكن تقسيم هـذه القواعـد أو الأسـبقيات إلـى مجموعتين وهي:

١- جدولة مجموعة من الأعمال على ماكنه واحدة:

إذ يتم جدولة مجموعة من الأعمال (أوامر العمل)على ماكنه واحدة باستخدام أحدى القواعـد أو الأسبقيات آلاتية:

أ- ما يصل أولا يشغل أولا *First Come First Served (FCFS)*

وتعني هذه الأسبقية في التتابع أن أوامر العمل الواصلة أولاً يجري تشغيلها أولا أو أن الزبـائن الواصلون أولا يخدمون أولا وهذه القاعدة مطبقة في المصارف والأسواق المركزية، وبموجـب هذه القاعدة فان الإعمال التي تحتاج إلى وقت طويل تودي إلى تعطيل الأعمال الأخرى وإذا كان العمل الواصل أولا يحتاج إلى عدد من المكائن فسوف يتضاعف الوقت العاطل للمكائن .

ب- ما يصل أخيرا يشغل أولا *Last in First Out (LIFO)*

هي الطريقة التي يتم عادة اختيار التتابع فيها لأسباب عملية،إذ أن أوامر العمل الواصلة أولا إلى مراكز العمل تشغل أخيرا إلا أن هذا التتابع لا يحقق السرعة والموثوقية في التسليم مما يعني أنة لا يخدم أهداف الأداء الكفوء للشركة.

ج-تاريخ الاستحقاق المبكر *Earliest due date(EDD)*

تعني الأسبقية بواسطة موعد الاستحقاق(تتابع العمل طبقا إلى الاستحقاق للإطـلاق أو التـسليم بغض النظر عن حجم كل عمل أو أهمية كل زبـون)[٥]، إذ أن التتـابع علـى وفـق موعـد الاستحقاق يؤدي إلى تحسين موثوقية التسليم للأعمال وتحسين معدل سرعة التسليم، وبالرغم من إن هذا التتابع لايمكن من خلاله الوصول إلى إنتاجية مثلى إلا أنة هو الأكثر فاعليـة للعمـل إذ يمكن من خلاله تقليل إجمالي التكاليف.

د- أطول وقت معالجة أولا *Longest Processing Time First (LOT)*

تركز هذه القاعدة على تتابع الأعمال الأطول وقت أولا مما يعني تشغيل مراكز العمـل داخـل العمليات الأطول فترات والتي سوف تأخذ كل وقت مركز العمـل، فـضلاً عـن ذلـك فهـي لا تأخذ بالاعتبار السرعة والموثوقية في التسليم.

هـ- اقصر وقت معالجة أولا *Shortest Processing Time First (SOT)*

وتعطى الأولوية هنا لأمر العمل الذي يمكن (إن يتم إنجازه بأقصر وقت في مركز العمل وهـذه القاعدة تتجاهل تاريخ استحقاق أمر العمل وترتيب وصولة إلى مركز العمل)[٦]، إذ تؤدي هذه القاعدة إلى تأثير واضح على إجمالي الإنتاجية وتحقق ضرراً اكبر بخدمات الزبون.

٢-جدولة مجموعة من الأعمال في حالة عمليتين إنتاجيتين، وحتى ثلاث عمليات إنتاجية

وفي هذه الحالة يفترض وجود أكثر من أمر عمل ويتطلب لكل منهم عمليتين إنتاجيتين، إذ تطبق هنا قاعدة جونسون (Johnson) إذ يتم النظر لأصغر وقت عملية فان ذلك الوقت يرافق مركز العمل الأول ثم جدولة ذلك العمل أولا أو الأول كأقرب احتمال، وإذا كان الوقت الأصغر التالي يرافق مركز العمل الثاني يكون تتابع ذلك العمل الأخير أو الأخير كأقرب احتمال، مرة أخـرى

يتم تتابع العمل إلى إن يتم مسحه من القائمة وتستمر هذه العملية لكل الأعمـال حتـى ينتهـي التتابع.

مما سبق يتضح بان الجدولة يمكن أن تساعد في التنفيذ الكفوء للعمليات من خلال وضع جداول للإعمال المراد انجازها على وفق تتابع يعتمد على قواعد الأسبقيات المرغوبـة بهـدف تـسليم أوامر العمل في وقتها المحدد والتخلص من الطاقة العاطلة في مراكز العمل واستخدام المـوارد بشكل أفضل مما ينعكس على تحقيق رضا الزبون، ينبغي الإشارة إلـى أن قواعـد الأسـبقيات ليست قاصرة على العمليات الصناعية فقط ولكنها شائعة أيضا في مؤسسات تقديم الخدمة .

وفيما يلي جدول بخلاصة قواعد الأسبقيات وكالأتي :-

جدول رقم (١)يوضح خلاصة قواعد الأسبقيات

القاعدة	التعريف	الهدف	مجال الاستخدام	المحددات
١-مايصل أولا يشغل أولا(FCFS)	تعني خدمة الزبائن علـى أساس أسبقية وصولهم	تحقيق رضا الزبون	المصارف والأسواق المركزية	الأعمال التي تحتاج إلـى وقـت طويل تؤدي إلى تعطيل الأعمـال الأخرى.
٢-ما يصل أخيـرا يشغل أولا	تعني مـن أوامـر العمـل الواصلة أخيرا تشغل أول	ارتفاع مستوى خدمـة الزبون	المستشفيات	لا تحقق السرعة والموثوقية في التسليم.
٣-تاريخ الاستحقاق المبكر(EDD)	تعني أن العمل الذي سيكون تاريخ استحقاقه مبكرا يـتم جدولته أولا.	إكمال بعض الأعمال بما يقابل تواريخ استحقاقها	العمليات الـصناعية والمؤسسات الخدمية	تهتم بإكمال عمل واحد بالوقـت المحدد الذي يؤدي إلـى تـأخير إعمال جديدة عن مواعيد التسليم ولا تأخذ بنظر الاعتبـار طـول وقت التشغيل للعمل القادم.
٤-أطـول وقـت معالجة(LPT)	معالجة العمـل ذي وقـت التشغيل الأطول.		البريد والاتصالات	
٥-أقـصر وقـت معالجة(SPT)	معالجة العمـل ذي وقـت التشغيل الأقصر	تقليـل متوسـط وقـت التـدفق ومـستوى التخزين تحت التـشغيل ونسبة الأعمال المتخلف عن تواريخ استحقاقها .	العمليات الـصناعية والمؤسسات الخدمية	لا تأخذ بنظر الاعتبار الـسرعة والموثوقية في التسليم.
٦-جونسون (Johnson)	تعني وجود أكثر من أمـر عمل ويلـزم لكـل منهـا عمليتين إنتاجيتين.	تدنيـة الوقـت الـلازم لانجاز العمل	المطابع ودور النشر	لا تنطوي على مواعيد استحقاق. وجود وقت عاطل غير مستغل.

رابعا : **معايير المفاضلة بين قواعد الأسبقيات** :-

تختلف خصائص أنظمة أنتاج ورش العمل عن أنظمة الإنتـاج الواسـع والمـستمر، إذ تنـتج المنتجات على وفق طلبات خاصة تختلف من إذ متطلبات المواد الأولية ووقت التهيئة والأعـداد وبسبب هذه المعطيات تكون الجدولة معقدة وصعبة إذ تبرز أمام الإدارة مشكلة اختيار الطريقـة المثلى للجدولة، فعند محاولة الوصول إلى تتابع معين لأوامر ينبغي أن يؤخذ ابنظـر الاعتبـار المعيار المستخدم لمقارنة أكثر من بديل أو قاعدة من قواعد الأسبقيات .[٧]

ومن المعايير المستخدمة لتحديد التتابع واختيار احد أنواع الجدولة ما يأتي[٨]

١- وقت التدفق (Flow Time) : مقدار الوقت اللازم لانجاز العمل في الورشة .

٢- مدة الصنع (Makes Pan) :المدة اللازمة لمعالجة مجموعة محددة من الأعمال .

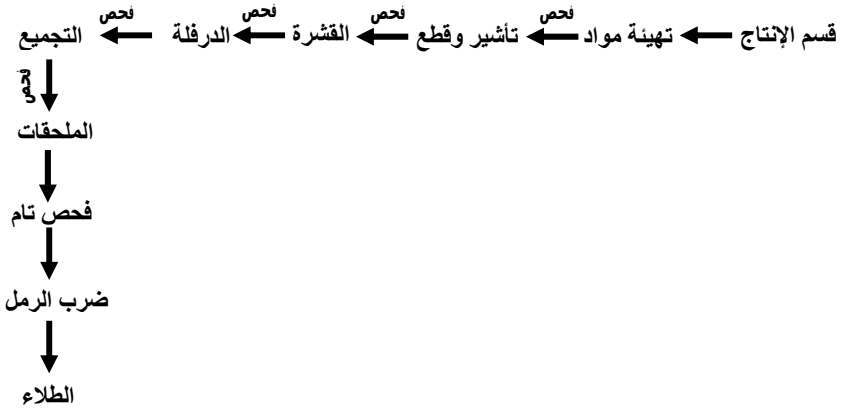
٣- التخلف(Tardiness) :مقدار الوقت الذي يتجاوز قواعد انجاز العمل المحـدد لتـاريخ الاستحقاق ويكون هذا الوقت صفرا عند أتمام العمل قبل موعد الاستحقاق .

٤- التأخر (Latenss) : الفرق بين تاريخ أتمام العمل وموعد الاستحقاق وممكن أن يكـون موجبا أو سالبا.

وعليه تعد عملية تحديد عدد من مقاييس أو معايير الأداء التي يتم عن طريقهـا تقيـيم كفـاءة الجدولة امرأ في غاية الأهمية لذا سيتم استخدام معيار وقت التدفق في الجانب الميداني في هذه الدراسة بهدف تقليل متوسط وقت التدفق ومستوى الخزين تحت التشغيل .

الجزء الثاني:**الجانب التطبيقي**:

يتضمن نظام الإنتاج في شركة ابن ماجد العامة من عدة عمليات وفيمـا يلـي مخطـط تـدفق العمليات في شركة ابن ماجد العامة :-



شكل رقم (١)يبين مخطط لنظام الإنتاج في شركة ابن ماجد العامة

يتضح من مخطط تدفق العمليات أن الإنتاج في شركة ابن ماجد العامة يتكون من أكثر من مركز إنتاجي أو قسم ويتم أنتاج أوامر العمل بالمرور على بعض أو كل هذه المراحل وعلى العمليات نفسها وبالتتابع نفسه، إذ ظهر من خلال سجلات الشركة إن هناك أربعة أوامر عمل في الوقت نفسه ويتطلب إنتاجها المرور على العمليات نفسها وبالتتابع نفسه وكانت المدة المحددة لانجاز هذه الأوامر الأربعة هي (٧٠) يوماً فقط وفيما يلي وصف أوامر العمل وكالاتي :-

جدول رقم (٢)يبين وصف لأوامر العمل الأربعة

أوامر العمل	الوصف
A	يتضمن أنتاج (٣٠)خزاناً
B	يتضمن أنتاج (٧٠) خزاناً
C	يتضمن أنتاج (٥٠) خزاناً
D	يتضمن أنتاج(٦٥) خزاناً

أولا:جدولة مجموعة من أوامر العمل على ماكنه واحدة في شركة ابن ماجد العامة:

ظهر من خلال مخطط التتابع أن (٤) أوامر عمل تتنافس على الماكنه (القطع). ومن اجل اختيار التتابع الأفضل للشركة تم اختيار عدة قواعد في ضوء معايير مفاضلة (وقت التدفق، مدة الصنع، التخلف، التأخر) إذ ينبغي تحديد معيار الأداء الذي ترغب الشركة في التركيز عليه، إذ تهتم شركة ابن ماجد العامة بمعيار تخفيض كلفة المخزون تحت التشغيل(work-in-process) لذا تم اختيار القاعدتين بين القواعد أو الأسبقيات التي تم استعراضها في الجانب النظري لغرض تطبيقها على أوامر العمل المرغوب إنجازها في الشركة وتمثلت هذه القواعد بالاتي:-

١- ما يصل أولا يشغل أولا *First come First served(FCFS)*

توفرت لدى شركة ابن ماجد العامة أربعة أوامر عمل في الوقت نفسه مما تطلب اختيار أسلوب علمي لغرض إنجازها بمواعيدها المحددة وكانت هذه الأوامر هي أمر العمل (A) يتضمن إنتاج(٣٠) خزاناً والأمر(B) يتضمن إنتاج(٧٠) خزاناً، أما ألأمر(C) يتضمن إنتاج (٥٠) خزان والأمر (D)يتضمن إنتاج (٦٥)خزاناً ومن خلال اعتماد قاعدة ما يصل أولا يشغل أولا لإنجاز أوامر العمل الأربعة في شركة ابن ماجد كانت النتائج كما مبينة في الجدول رقم (٣):

جدول رقم (٣)يبين أوامر العمل ووقت إنجازها وتاريخ استحقاقها على وفق طريقة (FCFS)

أوامر العمل	وقت انجاز أوامر العمل(بالأيام)	وقت البدء Start time	وقت الانتهاء Finish time	تاريخ الاستحقاق Due date	التأخير(بالأيام) Lateness
A	١٥	٠	١٥	١٨	٠
B	٣٦	١٥	٥١	٤٠	١١
C	٢٨	٥١	٧٩	٣٣	٤٦
D	٣٤	٧٩	١١٣	٣٦	٧٧
Total	١١٣		٢٥٨		١٣٤

يتضح من الجدول أعلاه أن وقت الإنجاز الكلي لأوامر العمل (وقت الانتهـاء Finish Time) يقيس طول الوقت المصروف في مركز العمل على أمر العمل لغرض انجـازه وهـذا الوقـت يتكون من وقت الانتظار ووقت المعالجة إذ أن أمر العمل (B) مثلا ينتظر (١٥)يوماً (وهي عدد الأيام اللازمة لتشغيل الأمر (A) ومن ثم نأخذ (٣٦) يوماً لتشغيله لذا فان أمر العمـل(B)يـتم انجازه كليا ب(٥١)يوماً.

ومن خلال الجدول رقم (١)يمكن حساب المؤشرات التي تعكسها قاعدة ما يصل أولا يشغل أولا وكالاتي:-

- **وقت الإنجاز الكلي** **Total Time** = ١١٣ يوماً

-**متوسط وقت الإنجاز** **Average Time** = 64.5 يوماً

يتم الحصول علـى متوسـط وقـت الإنجـاز عـن طريـق جمـع وقـت الإنجـاز الكلـي (وقت الانتهاء Finish Time) وقسمته على عدد أوامر العمل ويكون كالأتي:-

$$\text{Average Time} = \frac{15+51+79+113}{٤}$$

= ٦٤,٥ يوم

إذ كلما انخفض متوسط وقت الإنجاز كان دليلا على كفاءة الإنجاز.

-متوسط عدد أوامر العمل في مركز العمل:

من الملاحظ أنة في أل(١٥) يوماً الأولى هناك (٤)أوامر في مركز العمل في حين كان هنـاك (٣)أوامر خلال (٣٦)يوماً التالية وأمرين عمل خلال (٢٨)يوماً التي تليها وأمر عمل واحد خلال (٣٤)يوماً التالية لذا يمكن حساب هذا المؤشر كالآتي:-

مجموع(وقت أنجاز أمر العمل × عدد أوامر العمل المتبقية)

متوسط عدد أوامر العمل = ——————————————

وقت الإنجاز الكلي(وقت الانتهاء)

(١٥ * ٤)+(٣٦ * ٣)+(٢*٢٨)+(١ *٣٤)

= ——————————————

١١٣

=٢,٢٨ أمر عمل /يوم

إذ كلما ازدادت هذه النتيجة كانت دليلا على ارتفاع تكاليف المخزون تحت التشغيل .

-متوسط تأخير أمر العمل Average Lateness :

يتم حساب هذا المؤشر عن طريق مقارنة وقت الإنجاز الكلي (وقت الانتهـاء Finish Time) لأمر العمل بتاريخ استحقاقه (Due date)، فبالنسبة لأمر العمل (A)يـتم انجـازه فـي اليـوم الخامس عشر في حين أن تاريخ استحقاقه اليوم الثامن عشر لذا لا يوجد تأخير، إما أمر العمـل (B)فأنة ينجز يوم (٥١)بينما تاريخ استحقاقه يوم(٤٠) لذا فأنة يتأخر (١١)يوماً، وأمـر العمـل (C)ينجز يوم (٧٩) في حين أن تاريخ استحقاقه يوم(٣٣) وهذا يعني أنة يتأخر (٤٦)يوما،إمـا أمر العمل (D) يتم انجازه يوم (١١٣) لذا فأنة يتأخر (٧٧) يوما.ويمكن حساب متوسط التأخير كالأتي:

$$\text{Average Lateness} = \frac{0+ 11+ 46+ 77}{٤}$$

= 33.5 يوم

٢- وقت التشغيل الأقصر أولا *Shortest Processing Time First*

وعلى وفق لهذه القاعدة التي تم اعتمادها لإنجاز أوامر العمل الأربعة السابقة الذكر كانت النتائج موضحة في الجدول رقم (٤):

جدول رقم (٤)يوضح أوامر العمل ووقت إنجازها وتاريخ استحقاقها على وفق لطريقة(SOT)

أوامر العمل	وقت انجاز أوامر العمل(بالأيام)	وقت البدء Start time	وقت الانتهاء Finish time	تاريخ الاستحقاق Due date	التأخير(بالأيام) Lateness
A	١٥	٠	١٥	١٨	٠
C	٢٨	١٥	٤٣	٣٣	١٠
D	٣٤	٤٣	٧٧	٣٦	٤١
B	٣٦	٧٧	١١٣	٤٠	٧٣

١٢٤		٢٤٨		١١٣	Total

ومن الجدول رقم(٢) يمكن حساب المؤشرات التي تعكسها هذه الطريقة وكالاتي:-

- **وقت الإنجاز الكلي** **Total Time** = ١١٣ يوماً

- **متوسط وقت الإنجاز** **Average Time**:

$$\text{Average Time} = \frac{15+ 43+ 77+ 113}{٤}$$

= ٦٢ يوم

- متوسط عدد أوامر العمل في مركز العمل:

متوسط عدد أوامر العمل = مجموع (وقت أنجاز أمر العمل* عدد أوامر العمل المتبقية)

وقت الانجاز الكلي(وقت الانتهاء)

$$=\frac{(١٥ * ٤)+(٢٨ * ٣)+(٣٤* ٢)+(٣٦*١)}{١١٣}$$

=٢,١٩ أمر عمل /يوم

-متوسط تأخير أمر العمل ***Average Lateness*** **:**

$$\text{Average Lateness} = \frac{0+ 10+ 41+ 73}{٤}$$

= ٣١ يوم

يظهر مما تقدم ومن خلال اعتماد الطريقتين السابقتين أن النتائج التي تم التوصل إليها موضحة في الجدول رقم (٥):

جدول رقم (٥)يبين ملخص ابنتائج حساب مؤشرات الطريقتين(FCFS)و(SOT)

المؤشر	طريقة ما يصل أولا يشغل أولا (FCFS)	طريقة وقت التشغيل الأقصر أولا (SOT)
١-وقت الإنجاز الكلي.	١١٣ يوماً	١١٣ يوماً
٢-متوسط وقت الإنجاز.	٦٤,٥ يوماً	٦٢ يوماً
٣-متوسط عدد أوامر العمل في مركز العمل.	٢,٢٨ أمر عمل/يوم	٢,١٩ أمر عمل/يوم
٤-متوسط تأخير أمر العمل.	٣٣ يوماً	٣١ يوماً

من الجدول أعلاه يتضح أنه عند مقارنة الطريقتين(FCFS)و(SOT) لإنجاز أوامر العمل في شركة ابن ماجد العامة نجد إن الطريقة الثانية وهي وقت التشغيل الأقصر أولا(SOT) تتفـوق على الطريقة الأولى وهي طريقة ما يصل أولا يشغل أولا(FCFS)، إذ سجلت الطريقة الثانيـة متوسط وقت أنجاز اقل من الطريقة الأولى مما يعني انخفاض في المخزون تحت التشغيل، كذلك أظهرت الطريقة الثانية انخفاض في متوسط عدد أوامر العمل في مركز العمل عنه في الطريقة الأولى وهذا يعني أن انخفاض عدد أوامر العمل يقلل من الاكتظاظ أو الازدحام في مركز العمل مما يؤدي إلى انخفاض في مستوى المخزون وخدمة أسرع يمكن أن تقدم للزبائن.

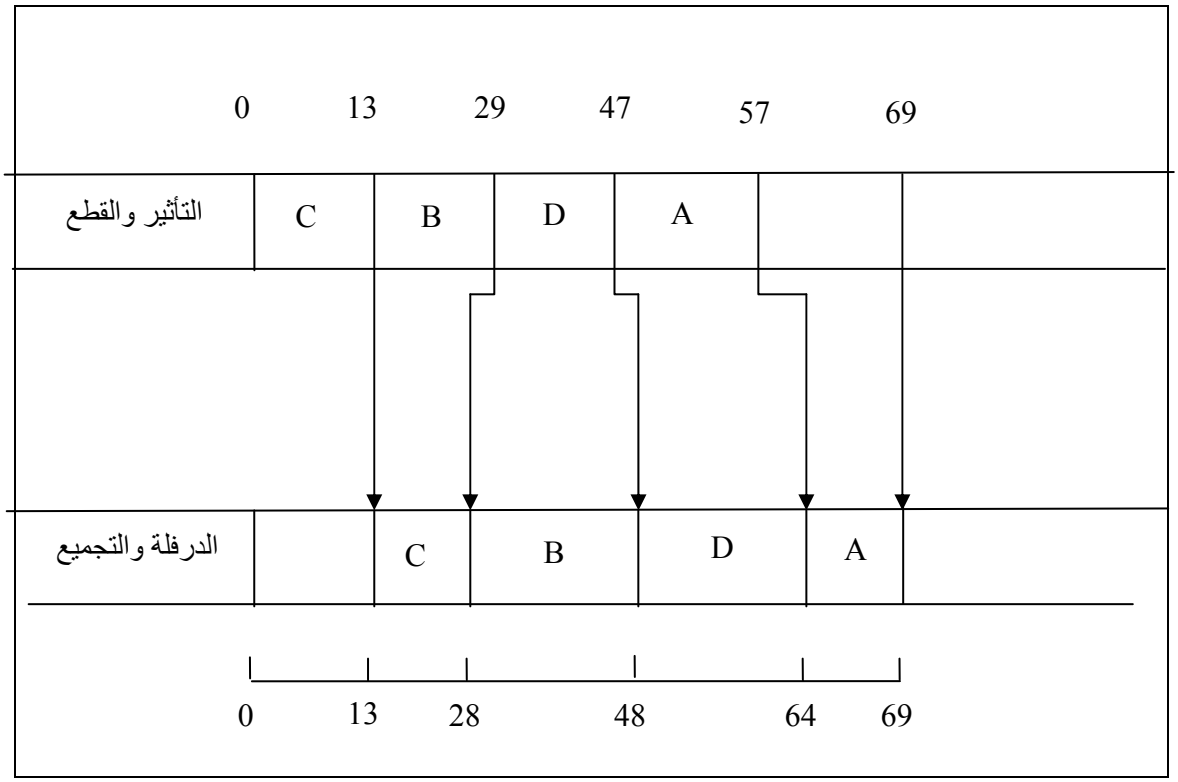
ثانيا:**جدولة مجموعة من أوامر العمل في حالة عمليتين إنتاجيتين**:

يمكن جدولة أوامر العمل الأربعة المذكورة أنفاً باعتماد قاعدة جونسون(Johnson) وذلك بهدف تحقيق اقصر وقت معالجة ممكن وتخفيض الوقت غير المستغل في المراكز الإنتاجية إلى أدنـى حد إذ تعاني شركة ابن ماجد العامة من الهدر في الوقت في المراكز الإنتاجية ويتم على وفـق هذه القاعدة تقسيم كل أمر عمل إلى عمليتين إنتاجيتين وهي (عملية التأشـير والقطـع وعمليـة الدرفلة والتجميع) ولكل عملية وقت أنجاز في مركز العمل وكما يعرضه الجدول التالي :

جدول رقم (٦)يوضح الوقت اللازم لكل عملية إنتاج تمر بها أوامر العمل الأربعة

أوامر العمل	الوقت اللازم لعملية التأشير والقطع (بالأيام)	الوقت اللازم لعملية الدرفلة والتجميع (بالأيام)
A	١٠	٥
B	١٦	٢٠
C	١٣	١٥
D	١٨	١٦

ومن الجدول أعلاه يمكن الوصول إلى التتابع الأمثل على وفق هذه القاعدة جونسون(Johnson) باستخدام الشكل رقم (٢) الذي يبين كيفية تتابع أنجاز أوامر العمل على أساس وقت كل عمليـة إنتاج من العمليتين التي يمر بها كل أمر عمل من الأوامر الأربعة وكما يلي:



شكل رقم (٢)يوضح تتابع أوامر العمل على وفق هذه القاعدة جونسون(Johnson)

من الشكل رقم (٢) يتضح أن التتابع لأوامر العمل على وفق طريقة (جونسون) يتطلب لكل أمر عمل عمليتين، إذ يبدأ كل أمر بالعملية الأولى ثم ينتقل إلى العملية الثانية بعد أتمامه في العمليـة الأولى ويحدد وقت أنجاز لكل أمر عمل وفي كلا العمليتين وهذا الوقت يمكن قراءته من الخـط الأسفل في الشكل رقم (٢).

ويمكن حساب المؤشرات التي تعكسها قاعدة (Johnson)وهي كالأتي:-

- وقت الإنجاز الكلي **Total Time** = ٦٩ يوماً

- متوسط وقت الإنجاز **Average Time** =52.3 يوماً

إذ يمكن تحديد الوقت الذي يقضيه كل أمر عمل في مركز العمل من خلال الخط الأسـفل فـي الشكل رقم (١)فهو (٢٨) يوم للأمر (C) و(٤٨) يوم للأمر (B) و(٦٤) يوم للأمر (D) و(٦٩) يوم للأمر (A) وفي ضوء ذلك يكون متوسط وقت الإنجاز كالأتي :-

$$\text{Average Time} = \frac{28 + 48 + 64 + 69}{٤}$$

= ٥٢,٣ يوم

إذ يعد الوقت الذي تم الوصول آلية على وفق طريقة جونسون (Johnson) وهو(٥٢,٣) يومـاً اقل وقت يمكن الحصول عليه من التتابع المبين في الشكل رقم(٢) لأوامر العمل مقارنة مع وقت الانجاز الفعلي لأوامر العمل إذ بلغ (٧٦)على وفق سجلات الشركة.

الاستنتاجات:

١- افتقار شركة ابن ماجد العامة إلى نظام جدولة زمنية لعملياتها التصنيعية مما ينعكس سـلبا على أنجاز أعمالها ويؤدي إلى التأخير في إتمام أوامر العمل الواردة إلـى الـشركة وارتفـاع مستوى المخزون تحت التشغيل وعدم الاستجابة لتواريخ الاستحقاق في تجهيز الزبائن .

٢- أظهرت النتائج أن شركة ابن ماجد العامة تركز اهتمامها على معيار واحد للأداء، إذ تسعى الشركة إلى تخفيض كلفة المخزون تحت التشغيل (work-in-process) إلا أنهـا تفتقـر إلـى الأساليب العلمية لتحقيق ذلك من خلال برمجة عملياتها التصنيعية على وفـق التتـابع الأمثـل لإعمالها إذ أن السياق المتبع في الشركة هوا نجاز أوامر العمل الواردة إليها في الوقـت نفـسه والمطلوب إنجازها خلال مواعيد محددة عن طريق العمل على إتمام أي منها بدون وجود قاعدة معينة لإنجازها.

٣- من المؤشرات التي تم التوصل إليها باعتماد قاعدتي ما يـصل أولا يـشغل أولا (FCFS) ووقت التشغيل الأقصر أولا (SOT) هو وقت الإنجاز الكلي إذ بلغ في الطريقتين(١١٣) يومـاً وسجل متوسط وقت الإنجاز في الطريقة الأولى (٦٤,٥) يوماً أما في الطريقة الثانية كان (٦٢) يوماً، وبالنسبة لمتوسط عدد أوامر العمل في مركز العمل بلغ في الطريقة الأولى (٢,٢٨) أمـر عمل/يوم وفي الطريقة الثانية (٢,١٩) أمر عمل/يوم،وكان متوسط التأخير لأمر العمـل فـي الطريقة الأولى (٣٣,٥) يوماً وبلغ في الطريقة الثانية(٣١) يوماً وبذلك فان هناك فارق واضـح بين الطريقتين الأكثر استخداما من بين طرائق جدولة العمليات التصنيعية إذ ينتج عن اسـتخدام الطريقة الأولى (FCFS) ارتفاع مستويات خدمة الزبون، أما الطريقة الثانية (SOT) ينتج عنها تقليل متوسط وقت التدقيق ومستوى الخزين تحت التشغيل ونسبة الإعمال المتخلفة عن تـواريخ استحقاقها ، وارتفاع مستوى استخدام موارد الإنتاج .

٤- وأظهرت نتائج اعتماد طريقة جونسون (Johnson) في تتابع أنجاز أوامر العمل أن وقـت الإنجاز الكلي بلغ (٦٩)يوماً ،كما أن مقدار متوسط وقت الإنجاز كان (٥٢,٣) يوماً، ووجد مـن خلال اعتماد هذه الطريقة أن هناك أوقات عطل قدرها (١٣) يوماً في بداية العملية الثانية ومـع هذا فان النتائج المتحققة في هذه الطريقة هي أفضل كثيرا مما هو متحقق فعلا في الشركة .

التوصيات:

١-وضع نظام جدولة زمنية للعمليات التصنيعية والعمل على تطويره في شركة ابن ماجد العامة لضمان انجاز الإعمال في الوقت المحدد لتفادي التأخير في تسليم الطلبيات فضلا عن تخفـيض المخزون تحت التشغيل.

٢اعتماد قاعدة اقصر وقت معالجة(SPT) في حالة جدولة أوامر العمل الواردة إلى شركة ابـن ماجد العامة في مركز عمل واحد،إذ تعد الطريقة الأكثر ملاءمة لانجاز إعمـال الـشركة بمـا يتوافق مع معيار أدائها وهو تخفيض كلفة المخزون تحت التشغيل، فضلاً عـن أنهـا تخفـض مستوى الانجاز الكلي وتخفض متوسط عدد أوامر العمل في مركز العمل وكذلك متوسط تأخير أمر العمل.

٣- يمكن اعتماد طريقة جونسون(Johnson) في جدولة أوامر العمل في شركة ابن ماجد العامة للوصول إلى التتابع الأمثل في حالة جدولة أوامر العمل على أساس عمليتـين إنتـاجيتين فهـي وبالرغم من أوقات العطل التي تحدث في إحدى العمليتين أو كلاهما تخفض وقت الانجاز الكلي ومقدار متوسط وقت الانجاز مما يودي إلى عدم التأخير في انجاز الأعمال وتدنيـه المخـزون تحت التشغيل ورفع مستوى الخدمة المقدمة للزبون .

٤- تأسيسا على ما تقدم ضرورة اهتمام شركة ابن ماجد بابناء نظام معلومـات متطـور يلبـي احتياجات متخذي القرار من خلال توفير معلومات كافية عن استخدام أساليب جدولة وتخطـيط أعمالها وانجازها بمواعيدها المحددة.

المصـادر

1-William J.Stevenson , Operations Management, 7th Ed ,McGraw-Hill Companies, New York, United States Americas, 2002. P4.

2-Chary, S N, Production and Operations Management, 3rd ed., Tata McGraw-
Hill publishing Company Limited, New Delhi, 2004.P4.

3-Russel, Ropete and Taylor III, Bernard, Operations Management: Multimedia Version, 3rd ed., Prentice Hall, New Jersey, 2000. P4.

4-Dennis, Lock, Project Management, printed in Great Britain by MPG books Ltd,
2003. P4.

5 -Slack, Nigel, Chambers, Stuart, and Johnston, Robert, Operations Management,
3rd Ed, printed by Rotolito Lombardi, Italy, 2001.P5.

6-Chase, Richard B., Aquilano Nicholas J. and Jacobs, F.Robert, Operations
Management for Competitive Advantage, 9th Ed, New York, McGraw-Hill,
2001.P5.

7-Nair ,N G,Production and Operations Management,Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi,1997. P7.

8-Evans James RR.,Production/Operations Management:Quality,Performance,and Value , West Publishing Company , New York ,1999.P7.,