

تتابع الاعمال التشغيلية على ماكينة واحدة

دراسة حالة في معمل خياطة بغداد

**Relay operational business machine one
situation in Baghdad sewing plant study**

الاستاذ المساعد الدكتور عامر عبد اللطيف كاظم

المدرس المساعد مريم حامد ياسين

الكلية التقنية الادارية-بغداد

المستخلص:

قُدم البحث مسألة جدولة الاعمال المختلفة على ماكينة واحدة لمعالجة مشكلة جدولة الاعمال، ولقد طورت نظرية الجدولة لحل المسائل التي تتضمن الانتاج، اذ ان المسألة الأساسية للجدولة يمكن وصفها بشكل عام على انها تتعلق بأيجاد مدة التنفيذ لكل وظيفة (job) على ماكينة واحدة من الماكينات التي بإمكانها تنفيذ تلك الوظيفة بحيث كل القيود تتحقق، وتدعى هذه العملية بالجدولة (schedule)، ولقد طبقت على معمل خياطة بغداد وللعام 2010 معتمدين على مقاييس لتقييم جدولة العمليات التشغيلية سميت بالقواعد الساكنة التي تتمثل بـ (1- قاعدة ما يرد اولا يخدم اولا (FCFS)، 2- قاعدة تاريخ الاستحقاق المبكر (EDD)، 3- قاعدة وقت التشغيل الاقصر (LPT)، 4- قاعدة وقت التشغيل الاطول (SPT)، 5- قاعدة النسبة الحرجة (CR)، 6- قاعدة الفائض ((S)).

واختتم البحث بجملة من الاستنتاجات والتوصيات، اذ كانت اهم توصياته (ضرورة العمل بالقاعدة (وقت التشغيل الاطول (SPT) والقاعدة (تاريخ الاستحقاق المبكر (EDD) لما لها من تاثير في تخفيض كلفة المخزون تحت التشغيل، فضلا عن ضرورة تجنب العمل بالقاعدتين (وقت التشغيل الاقصر (LPT) و (النسبة الحرجة (CR) كونهما الاقل فاعلية، مع العمل بها فيما يخص متوسط تقديم الانجاز).

الكلمات المفتاحية: تتابع الاعمال التشغيلية، جدولة العمليات، القواعد الساكنة.

Abstract:

Presented research question various business schedule on the machine and one to address the problem of business scheduling, and has developed a scheduling theory to solve problems that include production, as the core issue of scheduling can be described generally as pertaining to the creation of the implementation period for each job (job) on the machine and one of the machines that can implement that function so that all restrictions be realized, this process is called scheduling (schedule), and has applied to the stitching Baghdad plant and in 2010, relying on metrics to assessment scheduling operations called static rules that are (1-base contained, first served (FCFS), 2- base early maturity date (EDD), 3-base longest runtime operating base Luxor (LPT), 4- runtime longest (SPT), 5-critical base percentage (CR), 6- Slack base (S)).

He concluded Find a set of conclusions and recommendations, as she was the most important recommendations (the need to work with al-Qaeda (runtime longest SPT) and Al Qaeda (early maturity EDD) because of their impact on reducing the cost of inventory under operating, as well as the need to avoid work to rules (Luxor runtime LPT) and (critical ratio CR) being the least effective, with working out with regard to provision of average achievement).

Keyword:

Relay operational business, operations scheduling, static rules.

المبحث الاول: منهجية البحث وبعض الدراسات السابقة:**اولا- منهجية البحث:****1-مشكلة البحث:**

وتبرز مشكلة البحث من خلال التساؤلات كالاتي:

- 1- ماهي المحددات التي تحد من عملية تتابع العمليات.
- 2- ما هي القواعد الساكنة التي ينبغي العمل بها والقواعد التي ينبغي تجنبها.

2-اهداف البحث:

يسعى البحث الى تحقيق الاهداف الآتية:

- أ- تحديد المحددات التي تحد من عملية تتابع العمليات.
- ب- تحديد اي من القواعد الساكنة التي ينبغي العمل بها، واي من القواعد التي ينبغي تجنبها.
- ت- تحديد العناصر الاساسية التي تركز عليها الجدولة.
- ث- التعرف على مدى تأثير تتابع جدولة العمليات التشغيلية على تقليل او تخفيض الوقت والتكاليف المادية والجهد في المعمل المبحوث.

3-منهج الدراسة:

أستندت الدراسة الى منهج دراسة حالة Case study بإستخدام جمع البيانات من مصدرها في المعمل المبحوث.

4-البرمجيات المستخدمة:

أستخدمت في التوصل الى النتائج والى الجدولة الأمثلية وحساب دوال الهدف لكل مشكلة من المشكلات المطروحة في هذا البحث، من خلال برنامج (EXCEL)، فضلا عن كتابة المعادلات المستخدمة.

ثانيا- بعض الدراسات السابقة:**1-دراسة(حاوي،2009) الموسومة(استخدام أسبقيات التتابع في جدولة العمليات التصنيعية-دراسة تطبيقية في شركة ابن ماجد العامة).**

عند الوصول بالعمل إلى قرارات يمكن اتخاذها على عدة أوامر سوف يتم العمل بها، تعطى أسبقيات إلى العمل في العمليات التي تحدد غالبا بواسطة بعض القواعد، وهذه القواعد معقدة نسبيا مما يتطلب عدة أنواع من المعلومات إلا أنه يمكن الاستفادة من تعاقب الأعمال عن طريق تنظيم مركب لمراكز العمل وتمثل أهداف استخدام قواعد التتابع بالاتي: (١) -مقابلة موعد الاستحقاق لعود 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).

2-دراسة(البياتي،2009) الموسومة(إمكانية تطبيق بعض قواعد جدولة العمليات-دراسة في معمل إنتاج محركات المبردات)

اهتم البحث بكيفية اداء وتنفيذ معمل انتاج محركات المبردات التابع للشركة العامة للصناعات الكهربائية اعماله، وتسهيل انسياب قرارات الادارة العليا ووصولها الى كافة تشكيلاتها، لضمان التمايز المنشود وتقليل المبيعات المفقودة، الناتجة عن ضعف جدولة العمليات من خلال تطبيق بعض قواعد جدولة العمليات في معمل انتاج محركات المبردات، تمثلت اهداف البحث في التعرف على القاعدة الافضل والعاملة على تقليل الوقت والكلفة للذان يعدان الاسبقيتان الاكثر تأثيرا على اي منظمة ومن خلالهما يمكن تحقيق التمايز مقارنة مع الشركات ذات المنشا الآخر. وتوصل البحث الى عدة نتائج مهمة كتخفيض وقت كلفة الانتاج من خلال ابدال القاعدة المستخدمة حاليا(FCFS)(ما يصل اولا ينجز اولا) لكونها من الطرائق الاجتهادية التي يمكن ان تسبب ضعفا في نظام جدولة العمليات المستخدمة.

3- دراسة(Baptiste&Pape,2005) الموسومة(جدولة ماكينة واحدة لتصغير لوظيفة الهدف العادية في إطار قيود الإعداد(التهياة)) **Scheduling a Single Machine to Minimize a Regular Objective Function under Setup Constraints**

بدافع من التطبيقات الصناعية، ونحن ندرس حالة جدولة في مجموعة من فرص العمل تعرض لاطلاق سراح التواريخ والمواعيد النهائية التي يتعين القيام بها على ماكينة واحدة. والهدف من ذلك هو تقليل مبلغ دالة الهدف العادية؟ اذ ان $f_i(CI)$ يتوافق مع تكلفة إنجاز العمل(JI) في وقت(CI). على رأس هذا، علينا أيضا أن نأخذ أوقات إعداد الحساب وتكاليف الإعداد بين العائلات الوظائف، فضلا عن أن بعض الوظائف يمكن أن يكون "غير المنجز" لتقليل الحمل على الماكينة. ونحن نقدم الحدود الدنيا وخصائص الهيمنة(السيطرة) لهذه المشكلة، ووصف إجراءات ملزمة وفرعية مع انتشار القيد. وكانت النتائج التجريبية مفيدة.

4- دراسة(RONCONI and KAWAMURA, 2010) الموسومة (مشكلة جدولة التأخير والتبكير على ماكينة واحدة: الحدود الدنيا وخوارزمية الفرعية والمحددة) **The single machine earliness and tardiness scheduling problem: lower bounds and a branch-and-bound algorithm**

وتتناول هذه الدراسة مشكلة جدولة ماكينة واحدة مع نظرة تاريخية مشتركة تهدف إلى تقليل عقوبات التبكير والتأخير. نظرا لتعقيده، فإن معظم دراسات سابقة في الأدبيات مع هذه المشكلة باستخدام مناهج الاستدلال التقني والاستدلال، وبهدف المساهمة في دراسة هذه المشكلة، واقتراح الخوارزمية الفرعية والمحددة. وتقديم الحدود الدنيا وقواعد التقليم التي تستغل خصائص المشكلة. يتم فحص المنهج المقترح من خلال الدراسة المقارنة الحسابية مع(280) مشكلة التي تنطوي على مختلف السيناريوهات خلال تاريخ الاستحقاق. فضلا عن ذلك، فإن قيم الحلول المثلى لمشكلات صغيرة، وتقدم معيارا معروفا.

المبحث الثاني: الجانب النظري للبحث:

أولاً- مفهوم الجدولة:

تعد عملية الجدولة ذات أهمية كبيرة في برمجة سير العمل بالشكل الذي يؤدي الى جدولة الاعمال المطلوب تنفيذها وترتيبها على وفق تسلسل معين وبما يتناسب واهداف المنظمة، او انها جدولة زمنية تفصيلية تبين اوقات بداية الانتاج واستحقاقه او هي بيان لكمية وتوقيت الانتاج في بيانات الاستهلاك المتعددة. (Heizer&Render, 2014: 626)، فالجدولة هي المرحلة الاخيرة من مراحل تخطيط الانتاج، وتمثل مركز نجاح مهمة ادارة العمليات، وتعود اهميتها لاسهامها في تنظيم اعمال المنظمات كافة. (Slack et. Al., 2010: 668)، وتركز الجدولة على عنصرين اساسيين هما: (حاوي، 2009: 85)

- 1- التحميل Loading: وهي عملية التوفيق بين الطاقة اللازمة والطاقة المتاحة للانتاج وتتم من خلال تخفيض الاوامر الانتاجية على آلات وافراد معينين بهدف تقليل التكاليف الى ادنى حد ممكن.
- 2- التتابع Sequencing: ويقصد به تتابع (تسلسل) عمليات تنفيذ اوامر الانتاج من خلال تحديد اولويات التنفيذ.

ثانياً- انواع الجدولة:

يشير (اللامي والبياتي، 2008: 412) الى ان هناك نوعان رئيسان من الجدولة هما:

- 1-جدولة العاملين (work- force Scheduling): التي تحدد متى يقوم العاملون بالأعمال المكلفين بها.
- 2-جدولة العمليات التشغيلية (Operations Scheduling): التي يتم فيها تعيين المهام على المكائن أو تعيين العاملين على المهام.

ويوضح (العلي، 2007: 259-260) الى امكانية تصنيف الجدولة الى مجموعتين رئيسيتين هما:

- 1-الجدولة الامامية: اذ تبدأ الفعاليات الانتاجية الفعلية عند وصول الطلب من الزبون او السوق، وهنا تبدأ عملية تخصيص الموارد المتاحة من المواد والطاقة الانتاجية وغيرها لغرض البدء بتنفيذ امر الانتاج حالما يصدر في ضوء طلب السوق.
- 2-الجدولة الخلفية: اذ يجري جدولة الفعاليات الانتاجية على اساس موعد الاستحقاق (او التسليم)، وهذا يعني البدء بالعملية الاخيرة في جدولة الفعاليات حتى تلبية وانجاز كل طلبيات السوق.

كما يصنف (Heizer&Render, 2014: 627) الجدولة الى صنفين:

- 1-جدولة طويلة الامد وهي التي تعتمد الايام والاشهر في جدولة الاعمال.
- 2-جدولة قصيرة الامد وهي التي تتعامل مع الساعات والدقائق.

ثالثاً- اهداف الجدولة:

يتوجب ان تكون الجدولة غير معقدة وبسيطة الاستخدام وسهلة الفهم، وان تتميز بدرجة كافية من المرونة مما يجعلها تتسجم مع التغيرات الضرورية والطارئة في تلبية متطلبات السوق وخاصة الطارئة منها، ومن هذا المفهوم، فإن الاهداف الاولى للجدولة في الامد القصير لجميع الانظمة الانتاجية تتركز في الآتي: (Russell&Taylor, 2009: 724)

- (1- مقابلة مواعيد طلبات الزبائن، 2- تقليل تأخير العمل، 3- تخفيض وقت الاستجابة، 4- تخفيض وقت الانجاز، 5- تقليل الزمن المستغرق في النظام، 6- تخفيض الوقت الاضافي، 7- تعظيم نسبة استخدام العاملين والمكائن، 8- تخفيض الوقت العاطل، 9- تخفيض المخزون تحت التصنيع).

رابعاً- معايير تقييم الجدولة:

يمكن تقييم جدولة العمليات التشغيلية من خلال عدد من المعايير منها: (Krajweski&Retizman,2005: 772 و(آل فيحان،2011: 150-151):

- 1- متوسط وقت التدفق: يمثل مقدار الوقت الذي يقضيه امر العمل في المصنع، ويمثل مجموع الاوقات الخاصة بالنقل والمناولة والانتظار والحركة والمعالجة وتوقف التشغيل الناجم عن عطل المكائن، او عدم توافرها في الوقت المطلوب، وتحتسب من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{متوسط وقت التدفق} = \frac{\text{مجموع وقت التدفق}}{\text{عدد اوامر العمل}}$$

- 2-نسبة الاستغلال: يعبر عن الوقت العمل المنتج او نسبة استخدام مورد ما، اذ يمثل مستوى استخدام النسبة المثوية لوقت العمل الذي تقضيه الماكينة او العامل بصورة منتجة، وتحتسب من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{نسبة الاستغلال} = \frac{\text{مدة الصنع}}{\text{مجموع وقت التدفق}} = \frac{\text{مجموع وقت المعالجة}}{\text{مجموع وقت التدفق}}$$

- 3-معدل الخزين تحت التشغيل: يعبر عن عدد الوحدات او الاعمال او القيم النقدية داخل النظام بأكمله، ويحتسب معدل الخزين تحت التشغيل من المعادلة الآتية:

$$\text{متوسط الخزين تحت التشغيل} = 100 \times \frac{\text{مجموع وقت التدفق}}{\text{مجموع وقت المعالجة}}$$

- 4-معدل المخزون الكلي: يمثل مجموع الخزين المتاح لكل الاجزاء مضافاً اليه الخزين المجدول استلامه ويحسب متوسطه من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{معدل المخزون الكلي} = \frac{\text{مجموع الوقت في النظام}}{\text{مدة الصنع}} = \frac{\text{موعد التسليم الفعلي}}{\text{مدة الصنع}}$$

- 5-وقت الاكمال الكلي: يمثل مجموع الوقت المطلوب لمعالجة مجموعة من الاعمال اي انها الفرق بين تاريخ اكمال العمل الاخير وتاريخ البدء بالعمل الاول، وكلما كان وقت الاعمال اقصر ساعد في تحقيق مستوى اعلى من استخدام المعدات والموارد الاخرى. ويحسب من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{وقت الاكمال الكلي} = \text{وقت اكمال اخر عمل} - \text{وقت اكمال اول عمل}$$

مجموع وقت التقديم

$$6\text{-متوسط تقديم الانجاز (متوسط الوقت المبكر)} = \frac{\text{مجموع وقت التقديم}}{\text{عدد الاوامر}}$$

عدد الاوامر

مجموع وقت التأخير

$$7\text{-متوسط تأخير الانجاز (متوسط الوقت المتأخر)} = \frac{\text{مجموع وقت التأخير}}{\text{عدد الاوامر}}$$

عدد الاوامر

خامساً- تتابع العمليات:

يتطلب تنظيم اوامر العمل المرغوب انجازها تحديد مواعيد بدء وانتهاء هذه الاعمال على المكائن نفسها مما يعني ضرورة تحديد تتابع ما لتشغيل تلك الاوامر في مراكز العمل. ويقصد بالتتابع (تحديد تسلسل عمليات تنفيذ اوامر العمل من خلال تحديد اولويات تنفيذها في مراكز العمل) (Stevenson, 2007: 732) وتحدد عملية التتابع مجموعة من المحددات هي: (عبد علي وعبد الله، 2009: 55)

1- عدد الاعمال المشمولة بالتتابع.

2- عدد المكائن التي تمر عليها الاعمال في التتابع.

3- نوع ورشة العمل، وتتضمن:

أ- ورشة تتابعية او انسيابية.

ب- ورشة تعاقدية تعمل على وفق الطلب.

4- الحالة التي تصل بها الاعمال للورشة.

5- المقياس المستخدم في تقويم البدائل.

6- زمن تنفيذ الاعمال على المكائن.

وتجري عملية تتابع العمليات وفقاً لمجموعة من القواعد تسمى قواعد الاسبقية، ومن اكثر هذه القواعد شيوعاً والتي تسمى بالقواعد الساكنة هي: (Krajewski, et.al., 2013: 546) (محسن والنجار، 2012: 503)

1- قاعدة مايرد اولاً يخدم اولاً (FCFS) First come, first served:

ان امر العمل او الزبون الذي يصل اولاً الى محطة العمل، ينال افضلية الانجاز وفقاً لهذه القاعدة، وتعد قاعدة ما يصل اولاً يخدم اولاً من اكثر القواعد عدلاً في التعامل مع اوامر العمل من ناحية الوصول الى محطة العمل، وتستخدم هذه القاعدة غالباً في المنظمات الخدمية.

2- قاعدة تاريخ الاستحقاق المبكر (EDD) Earliest Due Date:

ان امر العمل الذي يكون تاريخ استحقاقه اقرب سيكون هو الامر الذي ينجز أولاً وهكذا، وتستخدم هذه القاعدة عادة المنظمات الصناعية والمجهزون في سلسلة التجهيز.

3- قاعدة وقت التشغيل الاطول (LPT) Longest Processing Time:

بموجب هذه القاعدة فان العمل الاطول، الاكبر في وقت التشغيل يتم اختياره اولاً في الجدولة. والمبرر وراء استخدام هذه القاعدة هو ان مثل هذه الاعمال غالباً ما تكون مهمة جداً، ومن جانب اخر ان استخدام هذه القاعدة يؤدي الى ان كثيراً من الاعمال بأوقات التشغيل الاقصر ربما يتأخر اكمالها بعد تواريخ استحقاقها لاستحواذ العمل الاطول على الاسبقية الاولى في المعالجة.

4- قاعدة وقت التشغيل الاقصر (SPT) Shortest Processing Time:

ان العمل الذي يتطلب اقصر وقت تشغيل يعالج ويتم اكماله أولاً، مما يؤدي استخدام هذه القاعدة الى تقليل متوسط وقت التدفق، وحجم المخزون تحت التشغيل، وعدد الاعمال المتأخرة عن تواريخ الاستحقاق، وتعظيم استخدام المورد. ولكنها بالمقابل قد تسبب في ارتفاع حجم اجمالي المخزون لمحاولتها اكمال الاعمال قبل مواعيد التسليم المتفق عليها، كما قد تؤدي بالنسبة للاعمال التي لها اوقات تشغيل اطول الى ان يكون الفرق كبيراً بين تواريخ اكمالها وتواريخ استحقاقها لان هذه القاعدة تحدد اسبقيات متأخرة لجدولة هذه الاعمال. كما ان هناك مجموعة اخرى من القواعد تسمى بالقواعد الديناميكية هي:

(White& Vonderembes,2004: 415)(Gaither&Frazer,2002: 631)

1- قاعدة النسبة الحرجة (CR) Critical Ratio:

يتم تحديث قيمة النسبة الحرجة باستمرار بتغيير عدد الاعمال المتبقية، وبتغيير الوقت لغاية تاريخ الاستحقاق، وتأخذ هذه الطريقة بحسبانها كلاً من وقت التشغيل او المعالجة وتاريخ الاستحقاق، لذا فترتيب الاعمال يتبع تغيرها باستمرار بالتغير الحاصل لكل عمل من الاعمال، وتحسب هذه القاعدة من خلال المعادلة الآتية:

$$CR = \frac{R_i}{r_i}$$

$$r_i = d_i - TD$$

اذ إن:

R_i الوقت المتبقي لغاية تاريخ استحقاق العمل.

r_i الوقت المتبقي من وقت التشغيل للمعالجة المطلوبة.

d_i تاريخ الاستحقاق.

TD تاريخ اليوم.

2- قاعدة الفائض (S) Slack:

يمثل الوقت المتبقي لغاية تاريخ الاستحقاق (R_i) مطروحاً منه وقت التشغيل المتبقي (r_i) ويتم تغيير ترتيب

الاعمال ثم احتساب الفائض. أي ان: $S = R_i - r_i$

3- الفائض لكل عملية تشغيلية (S/Ro) Slack Par Remaining Operation:

اي جدولة العمل الذي يحصل على اوطى فائض لكل عملية تشغيلية، ويحسب من خلال المعادلة الآتية:

$$S/Ro = \frac{S_i}{R_o}$$

$$S = R_i - r_i$$

$$R_i = d_i - TD$$

اذ ان:

Ro: عدد العمليات التشغيلية المتبقية

Si: الوقت الفائض

المبحث الثالث- الجانب العملي للبحث:

اولاً: نبذة عن معمل خياطة بغداد(الخيم):

يعد احد معامل الشركة العامة للصناعات القطنية التابعة لوزارة الصناعة والمعادن، تأسس المعمل عام 1973 وذلك لتلبية حاجة البلد من الخيم السياحية والعسكرية بأنواعها واحجامها كافة. وهناك انواع من الخيم وفق الاحجام وهي(خيمة 400 باوند، خيمة 180 باوند، خيمة 80 باوند، خيمة 40 باوند).

انفك المعمل بتاريخ 2005/8/25 عن الشركة العامة لصناعة الالبسة الجاهزة في الموصل ليلتحق بالشركة العامة للصناعات القطنية في بغداد.

ان الانتاج الرئيس للمعمل هو الخيم، فضلا عن العلم العراقي وغطاء السيارات، وتعتمد مواصفات المنتجات على وفق الطلبات التي يجري التعاقد عليها.

ثانياً: تطبيق قواعد اسبقيات التتابع على ماكينة واحدة:

يحتوي قسم الانتاج في المعمل قيد البحث على(70) ماكينة خياطة، مقسمة الى(7) مجاميع وكل مجموعة تحتوي على(10) مكائن خياطة، كل مجموعة تنتج خيمة واحدة كاملة، ولاغراض البحث فقد افترضنا ان المجموعة الواحدة من المكائن تمثل ماكينة واحدة، وان الطاقة الانتاجية للماكينة(المجموعة الواحدة) هي(4) خيم حجم(180) باوند، و(7) خيم حجم(180) باوند، وبذلك فإن الطاقة الانتاجية للمعمل هي(28) خيمة حجم(400) باوند، و(49) خيمة حجم(180) باوند.

ومن الجدير بالذكر ان انتاج المعمل متوقف حالياً، لعدم وجود تخصيصات مالية فضلا عن ندرة الطلبات على منتجات المعمل، لذلك لجأ الباحثان الى اعتماد بيانات عام 2010 وهي اخر سنة انتاجية للمعمل لغرض تطبيق البحث.

ويوضح الجدول(1) اوامر العمل الصادرة من الادارة العليا للمصنع بالاشتراك مع قسم التخطيط المستندة الى طلبات وزارات الدولة من احتياجاتها من الخيم، وتعد اوامر العمل هذه جزء من ميزانية مخططة لكميات الانتاج والمبيعات والخزين الاولي للمواد الجاهزة والاولية ومستلزمات الانتاج. ويحتوي امر العمل على كمية الانتاج المطلوبة، والمدة الزمنية اللازمة لانتاج الكمية، وتواريخ استحقاق هذه الكميات، إذ بدأ تنفيذ الاوامر من تاريخ اصدارها ووصولها الى قسم الانتاج في المعمل بتاريخ 2010/1/2، وذلك على وفق التسلسل المذكور في الجدول اي على وفق قاعدة(ما يصل اولاً ينجز اولاً) وذلك لاعتقاد ادارة المعمل بتحقيق مبدأ العدالة بين الزبائن باعتماد هذه القاعدة.

الجدول(1) اوامر العمل على وفق تسلسل ورودها الى المعمل

امر العمل	الرمز	الكمية/ خيمة	تاريخ الاستحقاق	وقت الاستحقاق باليوم	وقت المعالجة باليوم
وزارة الدفاع 180 باوند	A	1500	2010/2/16	45	75
وزارة الدفاع 400 باوند	B	2100	2010/4/1	88	14
وزارة الشباب والرياضة 400 باوند	C	700	2010/2/9	37	29
وزارة التربية 180 باوند	D	500	2010/2/11	40	14
وزارة الداخلية 400 باوند	E	2000	2010/4/2	89	75

المصدر: من سجلات قسم التخطيط في المعمل المبحوث.

اعتمد الباحثان القواعد الساكنة والديناميكية في تطبيق قواعد اسبقيات التتابع، كما اعتمدا معايير التقييم (متوسط وقت التدفق، ونسبة الاستغلال، ومعدل اوامر العمل في النظام، ومعدل المخزون الكلي، ومتوسط تقديم الانجاز، ومتوسط تأخير الانجاز) للمفاضلة بين القواعد، كما يأتي:

1-قاعدة ما يصل اولاً وينجز اولاً (FCFS)

الجدول(2) تتابع الاعمال باستخدام قاعدة(FCFS)

امر العمل	PT	FT	DD	التقديم	التأخير
A	35	35	45	10	
B	79	114	88		26
C	29	143	37		106
D	14	157	40		117
E	75	232	89		143
المجموع	232	681		10	392

معايير التقييم:

مجموع وقت التدفق 681

أ-متوسط وقت التدفق = $\frac{681}{5} = 136.2$ يوم

عدد اوامر العمل 5

مدة الصنع 232 مجموع وقت المعالجة

ب-نسبة الاستغلال = $100 \times \frac{232}{681} = 34\%$

مجموع وقت التدفق 681 مجموع وقت التدفق

مجموع وقت التدفق

ت-معدل عدد اوامر العمل في النظام (متوسط الخزين تحت التشغيل) = $100 \times \frac{681}{232}$

مجموع وقت المعالجة

681

= 2.93 امر عمل

232

مجموع الوقت في النظام موعـد التسليم الفعلي (الوقت الاكبر بين DD و FT)

ث-معدل المخزون الكلي = ----- = -----

مدة الصنع مدة الصنع

691

= ----- = 2.97 امر عمل

232

10 مجموع وقت التقديم

ج-متوسط تقديم الانجاز (متوسط الوقت المبكر) = ----- = ----- = 2 يوم

5 عدد الاوامر

392 مجموع وقت التأخير

ح-متوسط تأخير الانجاز (متوسط الوقت المتأخر) = ----- = ----- = 78.4 يوم

5 عدد الاوامر

2-قاعدة وقت المعالجة الاطول (LPT):

الجدول (3) تتابع الاعمال باستخدام قاعدة (LPT)

امر العمل	PT	FT	DD	التقديم	التأخير
B	79	79	88	9	
E	75	154	89		65
A	35	189	45		144
C	29	218	37		181
D	14	232	40		192
المجموع	232	872		9	582

معايير التقييم:

872

أ-متوسط وقت التدفق = ----- = 174.4 يوم

5

232

ب-نسبة الاستغلال = 100 X ----- = 26.6%

872

872

ت-معدل عدد اوامر العمل في النظام = ----- = 3.75 امر عمل

232

881

ث-معدل المخزون الكلي = ----- = 3.79 امر عمل

232

9

ج-متوسط تقديم الانجاز = ----- = 1.8 يوم

5

582

ح-متوسط تأخير الانجاز = ----- = 116.4 يوم

3

3-قاعدة وقت المعالجة الاقصر (SPT):

الجدول (4) تتابع الاعمال باستخدام قاعدة (SPT)

امر العمل	PT	FT	DD	التقديم	التأخير
D	14	14	40	26	
C	29	43	37		6
A	35	78	45		33
E	75	153	89		64
B	79	232	88		144
المجموع	232	520		26	247

معايير التقييم:

520

أ-متوسط وقت التدفق = ----- = 104 يوم

5

232

ب-نسبة الاستغلال = 100 X ----- = 44.6 %

520

520

ت-معدل عدد اوامر العمل في النظام = ----- = 2.2 امر عمل

232

546

ث-معدل المخزون الكلي = ----- = 2.3 امر عمل

232

26

ج-متوسط تقديم الانجاز = ----- = 5.2 يوم

5

247

$$\text{ح-متوسط تأخير الانجاز} = \frac{\text{-----}}{5} = 49.4 \text{ يوم}$$

4-قاعدة وقت الاستحقاق الاقرب(EDD):

الجدول(5) تتابع الاعمال باستخدام قاعدة (EDD)

التأخير	التقديم	DD	FT	PT	امر العمل
	8	37	29	29	C
3		40	43	14	D
33		45	78	35	A
69		88	157	79	B
143		89	232	75	E
248	8		539	232	المجموع

معايير التقييم:

539

$$\text{أ-متوسط وقت التدفق} = \frac{\text{-----}}{5} = 107.8 \text{ يوم}$$

232

$$\text{ب-نسبة الاستغلال} = \frac{100 \times \text{-----}}{539} = 43 \%$$

539

$$\text{ت-معدل عدد اوامر العمل في النظام} = \frac{\text{-----}}{232} = 2.32 \text{ امر عمل}$$

547

$$\text{ث-معدل المخزون الكلي} = \frac{\text{-----}}{232} = 2.3 \text{ امر عمل}$$

8

$$\text{ج-متوسط تقديم الانجاز} = \frac{\text{-----}}{5} = 1.6 \text{ يوم}$$

248

$$\text{ح-متوسط تأخير الانجاز} = \frac{\text{-----}}{5} = 49.6 \text{ يوم}$$

5-قاعدة النسبة الحرجة (CR):

وفقاً لهذه القاعدة يحدد أولاً انجاز اوامر العمل ذو النسبة الحرجة الاقل حسب القانون الاتي:

وقت الانجاز المتبقي تاريخ الاستحقاق - تاريخ اليوم

أ-النسبة الحرجة = ----- =

ايام العمل المتبقية وقت العمل المتبقي

علماً ان تاريخ اليوم يحسب من اليوم (صفر) اي قبل يوم تنفيذ اوامر العمل المصادف 2010/1/2 والجدول (6) يبين النسب الحرجة لوامر العمل.

الجدول (6) النسب الحرجة لوامر العمل

التتابع	CR	اوامر العمل
4	$1.28 = 35 \div (0 - 45)$	A
1	$1.11 = 79 \div (0 - 88)$	B
3	$1.27 = 29 \div (0 - 37)$	C
5	$2.85 = 14 \div (0 - 40)$	D
2	$1.18 = 75 \div (0 - 89)$	E

الجدول (7) تتابع الاعمال باستخدام قاعدة (CR)

التأخير	التقديم	DD	FT	PT	امر العمل
	9	88	79	79	B
65		89	154	75	E
146		37	183	29	C
173		45	218	35	A
192		40	232	14	D
576	9		866	232	المجموع

معايير التقييم:

866

أ-متوسط وقت التدفق = $\frac{866}{5} = 173.2$ يوم

232

ب-نسبة الاستغلال = $100 \times \frac{232}{866} = 26.7\%$

866

ت-معدل عدد اوامر العمل في النظام = $\frac{866}{232} = 3.73$ امر عمل

875

ث-معدل المخزون الكلي = $\frac{875}{232} = 3.7$ امر عمل

9

ج-متوسط تقديم الانجاز = $\frac{1.8}{5}$ = 0.36 يوم

5

576

ح-متوسط تأخير الانجاز = $\frac{115.2}{5}$ = 23.04 يوم

5

6-قاعدة الفائض (SLACK):

الجدول (8) النسب الحرجة لاوامر العمل

التتابع	SLACK	اوامر العمل
3	$10 = 35 - (0 - 45)$	A
2	$9 = 79 - (0 - 88)$	B
1	$8 = 29 - (0 - 37)$	C
5	$26 = 14 - (0 - 40)$	D
4	$14 = 75 - (0 - 89)$	E

الجدول (9) تتابع الاعمال باستخدام قاعدة (SLACK)

التأخير	التقديم	DD	FT	PT	امر العمل
	8	37	29	29	C
20		88	108	79	B
95		45	143	35	A
129		89	218	75	E
192		40	232	14	D
439	8		730	232	المجموع

معايير التقييم:

730

أ-متوسط وقت التدفق = $\frac{146}{5}$ = 29.2

5

232

ب-نسبة الاستغلال = $100 \times \frac{31.7}{730}$ %

730

730

ت-معدل عدد اوامر العمل في النظام = $\frac{3.14}{232}$

232

738

ث-معدل المخزون الكلي = $\frac{3.18}{232}$

232

8

ج-متوسط تقديم الانجاز = $\frac{439}{5} = 1.6$ يوم

5

439

ح متوسط تأخير الانجاز = $\frac{87.8}{5}$

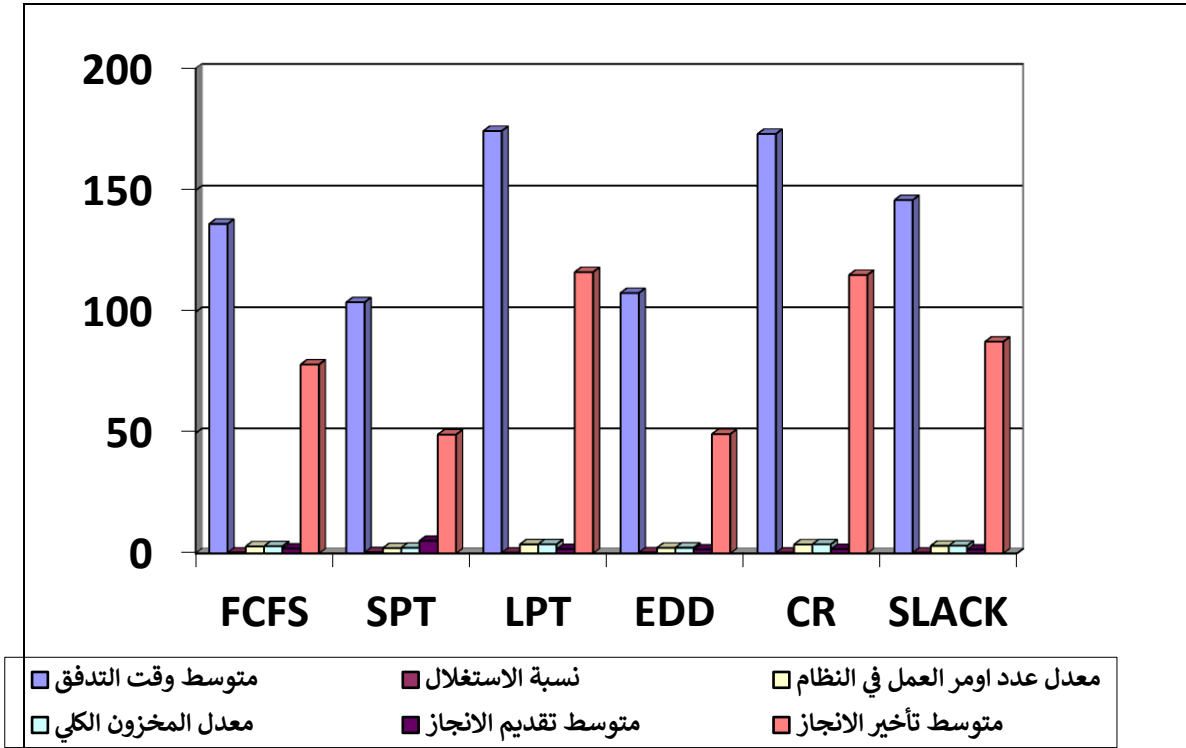
5

ثالثاً: ملخص نتائج تتابع الاعمال التشغيلية:

فيما يأتي جدولاً يبين ملخص نتائج معايير تقييم درجة فاعلية قواعد تتابع اوامر العمل المتقدم ذكرها.

الجدول (10) ملخص نتائج معايير تقييم درجة فاعلية قواعد تتابع اوامر العمل المتقدم ذكرها

المعيار	القاعدة	FCFS	SPT	LPT	EDD	CR	SLACK
متوسط وقت التدفق		136.2	104	174.4	107.8	173.2	146
نسبة الاستغلال		%34	%44.6	%26.6	%43	%26.7	%31.7
معدل عدد اوامر العمل في النظام		2.93	2.2	3.75	2.32	3.73	3.14
معدل المخزون الكلي		2.97	2.3	3.79	2.35	3.77	3.18
متوسط تقديم الانجاز		2	5.2	1.8	1.6	1.8	1.6
متوسط تأخير الانجاز		78.4	49.4	116.4	49.6	115.2	87.8



الشكل (1) ملخص نتائج معايير تقييم درجة فاعلية قواعد تتابع اوامر العمل

ويمكن استخلاص الملاحظات الاتية من الجدول (10) والشكل (1):

1- ان قاعدة (SPT) تليها قاعدة (EDD) كانتا الافضل في جميع المعايير، اذ حققت قاعدة (SPT) اقل وقت تدفق (104) يوم على وفق مؤشر متوسط وقت التدفق وهذا يعني ان استعمال هذه القاعدة يؤدي الى تخفيض كلفة المخزون تحت التشغيل وهذا ما يؤيده ايضا انخفاض معدل عدد اوامر العمل في النظام (2.2) امر عمل، وبالتالي فأن نسبة استغلال المعمل لطاقته من ناحية الوقت الذي يقضيه العامل والماكينة في الانتاج سوف يزداد وهو ما توصل اليه المعمل عند اتباعه هذه القاعدة، اذ بلغت نسبة الاستغلال (44.6%) وهي اعلى نسبة قياساً بباقي القواعد، كما يلاحظ انخفاض معدل المخزون الكلي الذي يؤثر عدد اوامر العمل التي اكملت معالجتها وتنتظر مواعيد تسليمها، فضلاً عن المخزون تحت التشغيل والتي سجلت (2.3) امر عمل وهو ما تساوت به قاعدة (SPT) مع قاعدة (EDD)، اما فيما يخص متوسط اوقات تقديم وتأخير الانجاز فقد سجلت قاعدة (SPT) فرقاً واضحاً عن باقي القواعد المتبعة، اذ بلغ متوسط تقديم الانجاز (5.2) يوم ومتوسط تأخير الانجاز (49.4) يوم.

2- كانت القاعدتين (LPT) و (CR) هما الاقل فاعلية وفقاً لجميع المعايير باستثناء متوسط تقديم الانجاز، إذ بلغت قيمته في القاعدتين (1.8) يوم وهي اعلى من قيمة متوسط تقديم الانجاز لقاعدتي (EDD) و (SLACK) التي بلغت (1.6) يوم.

المبحث الثالث - الاستنتاجات والتوصيات:

أولاً - الاستنتاجات:

- 1- تحد عملية التتابع مجموعة من المحددات، وتجري عملية تتابع العمليات وفقاً لمجموعة من القواعد تسمى قواعد الاسبقية، ومن اكثر هذه القواعد شيوعاً والتي تسمى بالقواعد الساكنة.
- 2- تركز الجدولة على عنصرين اساسيين هما التحميل والتتابع.
- 3- ان قاعدة (وقت التشغيل الاطول SPT) تليها قاعدة (تاريخ الاستحقاق المبكر EDD) كانتا الافضل في جميع المعايير، ان استعمال هذه القاعدة يؤدي الى تخفيض كلفة المخزون تحت التشغيل.
- 4- كانت القاعدتين (وقت التشغيل الاقصر LPT) و (النسبة الحرجة CR) هما الاقل فاعلية وفقاً لجميع المعايير باستثناء متوسط تقديم الانجاز.

ثانياً - التوصيات:

- 1- يتوجب ان تكون الجدولة غير معقدة وبسيطة الاستخدام وسهلة الفهم، وان تتميز بدرجة كافية من المرونة مما يجعلها تتسجم مع التغيرات الضرورية والطارئة في تلبية متطلبات السوق وخاصة الطارئة منها.
- 2- ضرورة العمل بالقاعدة (SPT) والقاعدة (EDD) لما لها من تاثير في تخفيض كلفة المخزون تحت التشغيل.
- 2- ضرورة تجنب العمل القاعدتين (LPT) و (CR) كونهما الاقل فاعلية، مع العمل بها فيما يخص متوسط تقديم الانجاز.

المصادر:

1. آل فيحان، ايثار عبد الهادي، (2011)، "ادارة الانتاج والعمليات"، الطبعة الاولى، دار الكتب والوثائق، بغداد.

2. البياتي، اميرة شكر ولي،(2009)، " إمكانية تطبيق بعض قواعد جدولة العمليات-دراسة في معمل إنتاج محركات المبردات"، مجلة العلوم الادارية والاقتصادية، المجلد 18، العدد66، كلية الادارة والاقتصاد-جامعة بغداد.
3. حاوي، ايمان عسكر، (2009)، "استخدام اسبقيات التتابع في جدولة العمليات التصنيعية – دراسة تطبيقية في شركة ابن ماجد العامة"، مجلة العلوم الاقتصادية، المجلد 6، العدد 23، كانون الثاني.
4. عبد علي، سوسن صبيح وعبد الله، زهير حسن، (2009)، "تحليل تتابع عمليات التصنيع للمنتجات الصناعية"، المجلة العراقية للهندسة الميكانيكية وهندسة المواد، المجلد A، العدد 1.
5. العلي، عبد الستار، (2007)، "التخطيط والسيطرة على الانتاج والعمليات"، الطبعة الاولى، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان.
6. اللامي، غسان قاسم داوود والبياتي، اميرة شكر ولي، (2008)، "ادارة الانتاج والعمليات"، الطبعة الاولى، دار اليازوري، عمان.
7. محسن، عبد الكريم والنجار، صباح مجيد، (2012)، "ادارة الانتاج والعمليات"، ط 4، دار وائل للنشر، عمان.
8. Baptiste, Philippe and Pape, 2005, "Claude Le Scheduling a Single Machine to Minimize a Regular Objective Function under Setup Constraints", Preprint submitted to Elsevier Science, 5 January.
9. Gaither, Norman & Fraizer, Grey, (2002), "Operations Management", 9th ed., South Western adivision of Thomson Learning.
10. Hiezer, Jay & Render, Barry, (2014), "Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management", 11th ed., Pearson Education Limited, New York.
11. Krajweski, Lee J. & Ritzman, Larry P., (2005), "Operations Management: Strategy & Analysis", 7th ed., Wesly Publishing com Inc., New Jersey.
12. Krajweski, Lee J. & Ritzman, Larry P. & Malhotra, Manoj K., (2013), "Operations Management: Processes and supply chains", 10th ed., Pearson Education Limited, U.S.A.
13. RONCONI, DÉBORA P. and KAWAMURA, MaRCIO S., 2010, "The single machine earliness and tardiness scheduling problem: lower bounds and a branch-and-bound algorithm", Comp. Appl. Math., Vol. 29, N. 2.
14. Russell, Roberta & Taylor III, Bernard W., (2009), "Operations Management – Along the Supply Chain", John Wiley & Sons Inc.
15. Slack, N., Chambers S., Harland C., Harrison A. & Johnston R., (2010), "Operations Management", 4th ed., London Pitman Publishing co.
16. Stevenson, William J., (2007), "Operations Management – International Student Edition With Global Rrading", 9th ed., McGraw-Hill/Irwin, New York.
17. White, Gregory & Vondermbse, Mark A., (2004), "Operations Management Concepts: Methods & Strategies", Leyh Publishing LLC.

