



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الجامعة التقنية الوسطى

الكلية التقنية الإدارية - بغداد

## وقائع المؤتمر العلمي التخصصي الرابع

### للكلية التقنية الإدارية - بغداد

للمدة من

2018 / 11 / 29 - 28

تحت شعار

**الإبداع الإداري لتحقيق الرؤية المستقبلية**

**لمنظمات الأعمال**

المجلد الاول / رقم الايلع (641)

البحوث المنشورة محكمة

## الفهرست المجلد الأول

المحور الإداري			
ت	عنوان البحث	اسم الباحث	الصفحة
11	الخصائص الريادية ودورها في تعزيز اداء الاعمال الصغير/دراسة تحليلية لأراء عينة من اصحاب المطاعم في محافظة النجف الاشرف	أ.م. د. مهند حميد العطوي أ.م. د. حيدر جاسم الجبوري السيد علاء عبد الزهرة عبید	259-280
12	كفاءة استخدام تقانة المعلومات والاتصالات ودورها في رأس المال البشري/دراسة استطلاعية لأراء عينة في جامعة الموصل	م.م. عبد الله هاشم حمودي م.م. فراج نعيمش فرج م.م. محمد عبد الرزاق محمد	281-302
13	دور القدرات الذهنية الابداعية في تحقيق الاداء المتفوق للعاملين/دراسة استطلاعية لأراء عينة من تدريسي كلية الادارة والاقتصاد-جامعة الموصل	أ.م. د. بسام عبد الرحمن اليوزبيكي م. د. احمد زهير توفيق	303-321
14	دور عمال المعرفة في تعزيز الابداع باعتماد مدخل عمليات ادارة المعرفة/دراسة استطلاعية لأراء عينة من المعلمين في مديرية تربية نينوى	د. علي عبد الستار عبد الجبار	322-344
15	استخدام انموذج TAM لقياس قبول نظام التوزيع الالكتروني للمنتجات النفطية/المنطقة الشمالية	د. احمد يونس السبعاعي السيد سالم علي محمد	345-367
16	متطلبات ادارة الموهبة واثرها في تعزيز خصائص المنظمة المتعلمة / دراسة استطلاعية لأراء عينة من رؤساء الاقسام العلمية في جامعة السامراء	الباحثة علياء ابراهيم المجعبي الباحث احمد عبد الستار	368-389
17	اثر التغيير التنظيمي في تحقيق النجاح الاستراتيجي/دراسة تطبيقية في شركة دياى العامة للصناعات الكهربائية	أ.م. محمود حسن جمعة	390-410
18	تقييم فاعلية قواعد الاسبقية وفق معايير الجدولة التشغيلية / دراسة حالة في الشركة العامة للصناعات الكهربائية	أ. د. أياد محمود الرحيم الباحثة سوزان عباس عبد الله	411-427
19	تحديد استراتيجيات الطاقة الملائمة لمقابلة الطلب على المنتج / دراسة حالة في شركة بغداد للمشروبات الغازية	أ. د. أياد محمود الرحيم الباحث خليل أسماعيل عبد القيسي	428-443
20	مددعات التفوق الذكي وانعكاسها في تحقيق الريادة الاستراتيجية/بحث تحليلي لأراء عينة من العاملين في مركز الصورة للرعاية الصحية	أ.م. د. اريج سعيد خليل	444-466

تقييم فاعلية قواعد الأسبقية وفق معايير الجدولة التشغيلية  
( دراسة حالة في الشركة العامة للصناعات الكهربائية )

**Evaluate The Effectiveness Of The Priority Rules According  
To The Operational Scheduling Criteria ( Case Study Of State  
Company For Electrical And Electronic Industries).**

أ. د. اياد محمود الرحيم      سوزان عباس عبدالله  
الكلية التقنية الإدارية / بغداد

---

**المستخلص**

تهدف الدراسة الى تقييم قواعد الاسبقية وفق معايير الجدولة التشغيلية في ورشة انتاج حسب الطلب وايجاد التتابع الامثل الذي يحقق معايير الجدولة في الشركة العامة للصناعات الكهربائية.

تم اعتماد منهج دراسة الحالة في جمع البيانات وتحليلها فضلا عن تصميم نظام حاسوبي بلغة (Visual Basic version12) لتقييم قواعد الاسبقية وعرض النتائج والوصول الى مجموعة من الاستنتاجات اثبتت كفاءة وفاعلية قواعد الاسبقية في حل مشكلة الجدولة وايجاد التتابع الامثل وتم اقتراح مجموعة من التوصيات اللازمة بشأنها.

**المصطلحات الرئيسية :** قواعد اسبقية التتابع ، معايير الجدولة ، انواع الجدولة ، قرارات الجدولة ، التتابع ، نماذج التتابع ، ورشة انتاج حسب الطلب .

**ABSTRACT**

The present study aims at evaluating the priority rules according to the operational scheduling criteria in the production job shop and finding the optimal sequence Which achieves the scheduling criteria in the State Company for Electrical Industries. The study used a case study to collect and analyze data as well as to design a computer system written in Visual Basic version12 to evaluate the priority rules and presentation of results. Finally, the study presented a set of conclusions that proved the efficiency and effectiveness of the rules of precedence in solving the scheduling problem

and finding the optimal sequence .A set of recommendations for the study were presented.

**Key terms:** priority sequencing rules, scheduling criteria, scheduling types, scheduling decisions, sequencing, sequencing models, job shop.

### المقدمة:

تعد جدولة وتنظيم تتابع الاعمال واحدة من العمليات المهمة في المنظمة الصناعية . فهي تمثل تخطيطاً عند مستوى تنظيمي يقترب من خط الانتاج الاول، وبرمجة زمنية تكاد ان تكون يومية لتخصيص وتنظيم تتابع اوامر العمل على المكائن بهدف تحقيق زيادة الاستغلال الامثل للطاقة المتاحة (مكائن، مواد، عاملين) وتحسين خدمة الزبون من خلال تسليم الطلبات في مواعيدها المحددة. وما يترتب على ذلك من دعم واسناد لقدرات المنظمة التنافسية.

تتصف عملية جدولة وتتابع الاعمال في ورش الانتاج حسب الطلب بالصعوبة والتعقيد، وهي تتطلب المزيد من الدراسة والتحليل. وعلى هذا الاساس قدمت اساليب وطرائق عدة، لتنظيم تتابع الاعمال على المكائن في ورش الانتاج حسب الطلب ومنها قواعد الاسبقية.

تعد قواعد الاسبقية احد تقنيات البحث الحديثة ، التي تحاول اكتشاف الحل الامثل للمشكلة المعطاة وتمثل هذه المشكلة في مجال جدولة الاعمال بالتوصل الى تحديد التتابع الامثل للأعمال.

ولقد اثبتت قواعد الاسبقية تفوقا على مثيلاتها من الاساليب والطرائق المستخدمة في جدولة وتتابع الاعمال لما لها من خصائص متميزة في تحقيق الخفض في وقت الصنع الكلي والوقت الضائع على المكائن بما يؤدي الى تحسين الانتاجية وخفض التكلفة . ولهذه الاهمية اختارت الباحثة استخدام قواعد الاسبقية كأداة لتنظيم تتابع الاعمال على المكائن موضوعاً للدراسة. وعليه تكونت هيكلية الدراسة ا من المباحث الاتية:

المبحث الاول : منهجية البحث

المبحث الثاني : الجانب النظري

المبحث الثالث : الجانب التطبيقي

المبحث الرابع : الاستنتاجات والتوصيات

### **المبحث الأول/ منهجية الدراسة**

#### **اولا: مشكلة الدراسة**

اتضح من خلال الزيارات الميدانية بأن مشكلة الدراسة تكمن في ابتعاد المصنع (الرئيسي) غيره من مصانع الشركة العامة للصناعات الكهربائية عن اساليب جدولة قائمة على الاساليب العلمية الحديثة في مجال بحوث العمليات للجدولة التشغيلية والاعتماد على اتباع الاسلوب العشوائي

## ثانيا: هدف الدراسة:

سعي الدراسة الى التحسين المستمر في الطرائق التي تستخدم في اعداد الجدولة التشغيلية من جانب ، والمساهمة في تدنية مواعيد الاستحقاق وتحقيق رضا الزبائن من خلال الاستجابة السريعة لطلبات المقدمة من قبلهم من جانب آخر.

## ثالثا: أهمية الدراسة:

وتبرز أهمية الدراسة في تسليط الضوء على دور وأهمية الجدولة التشغيلية في تحسين واقع حال موقع الدراسة وإمكانية تحقيقها للميزة التنافسية ، والمساعدة في تقويم الجداول المعدة للوصول إلى جدول مقنع يأخذ بالاعتبار اغلب معايير الجدولة.

## رابعا: وسائل جمع البيانات

أُجري إثراء الجانب النظري من خلال المصادر العلمية المتعددة، وساعدت هذه المصادر في بلورة الأفكار للجانب النظري للدراسة وفي وضع أسس الجانب العملي منها (المصادر العلمية ، رسائل الماجستير، اطاريح الدكتوراه ، مقالات علمية ، مؤتمرات متخصصة) . تم اختيار قواعد للأسبقية لإعداد الجدولة التشغيلية وتقييمها من خلال عدد من المعايير، وتصنف هذه المعايير على ضوء الاهداف التي يسعى اليها مدير العمليات مثل مقابلة تاريخ الاستحقاق أو تقليل وقت الاكمال (الانجاز) أو تعظيم استغلال الموارد عن طريق تخفيض الوقت العاطل ، اما الجانب العملي فتم جمع بياناته خلال سجلات الشركة الخاصة بالعمليات المنجزة من قبل المصنع الرئيسي والوثائق والمستندات، والتقارير والإحصاءات، والمقابلات الشخصية. واستخدام لغة البرمجة (Visual Basic version12) لتصميم نوافذ البرنامج وبرمجة خوارزميات قاعدة التتابع .

## خامسا: حدود الدراسة

يمكن تقسيم حدود الدراسة الى ما يلي:

- 1- الحدود المكانية للدراسة : جرى اختيار المصنع الرئيسي التابع للشركة العامة للصناعات الكهربائية إحدى تشكيلات وزارة الصناعة كعينة لإجراء الدراسة .
- 2- الحدود الزمانية للدراسة: غطت الدراسة نتائج اعمال المصنع الرئيسي لمدة شهر ابتداءً من 3\2 2018 لغاية 31\3\2018 حيث تم جمع وتحليل البيانات المتحققة خلال هذه الفترة .

## المبحث الثاني / الجانب النظري

### اولا: الجدولة التشغيلية :

#### 1- مفهوم الجدولة Concept of scheduling

عملية ذات أهمية كبيرة في سير العمل حيث تعمل على برمجة الأعمال المطلوب تنفيذها وترتيبها بشكل ليعتدب مع أهداف المنظمة، وبسبب ظروف المنافسة المحلية والدولية التي تواجهها معظم المنظمات الإنتاجية أو الخدمية تلجأ إدارتها إلى الاهتمام بالجدولة و أتمتة عملياتها إلكترونياً

(Heizer&Render,2017:602). والجدولة هي خطط قصيرة الأمد لتنفيذ جدولة الانتاج الرئيسية (MPS) إذ تركز على ايجاد الكيفية الأفضل لاستغلال الطاقات المتوفرة مع الأخذ بالحسبان القيود الفنية للإنتاج.

## 2- أنواع الجدولة: Scheduling Types

### أ- الجدولة على ماكينة واحدة Scheduling Single Machine

هي أبسط أنواع الجدولة حيث يتم جدولة عدد من الأعمال على ماكينة واحدة (M) وإيجاد التتابع الأمثل لها وتسمى تتابع العمل، وتحدث هذه الحالة عندما يكون هناك عدد من الأعمال (Ji) تنتظر التنفيذ حسب اسبقية معينة على ماكينة واحدة وعندما يعد المصنع كماكينة واحدة مثل عمليات المصانع الكيماوية (Gharaei, et.al., 2015:360).

### ب - جدولة ورش التدفق Flow Shop Scheduling

يوصف هذا النوع بأنه يحتوي على عدد من الماكينات (Mi) مرتبة بشكل متسلسل حسب المراحل الإنتاجية وإن كل عمل (j) يمر بنفس الماكينات وتعد مخرجات أي مرحلة أو ماكينة مدخلات للماكينة التالية أي إن كل الأعمال لها اتجاه تدفق واحد. (Lal V,et.al., 2014:244)

### ج- جدولة ورش الانتاج حسب الطلب Job Shop Scheduling

هذا النوع من الجدولة لورشة عمل تحتوي على عدد من الماكينات (Mi) وتستخدم كل ماكينة لإنجاز عمل معين (J) ويتم الإنتاج بدفعات صغيرة حسب الطلب، وفي هذا النوع تكون أوامر العمل ذات مسارات تكنولوجية مختلفة، وذات أوقات معالجة تختلف من عمل لآخر وكل منها يتطلب تتابع يختلف من عمل لآخر مما ينبغي جدولتها حسب جداول التحميل الموضوعة للأعمال، الأمر الذي يجعل الجدولة في هذا النوع عملية صعبة ومعقدة (Stevenson, 2018:693).

## 3- معايير تقويم الجدولة Criteria of Scheduling Evaluation

يعتمد تقويم الاسلوب المتبع لجدولة العمليات التشغيلية على عدد من المعايير، أورد العديد من الكتاب تصنيفاً لهذه المعايير وكالاتي: (Krajewski, et.al., 2016: 411)

### أ- معيار وقت تدفق العمل Job Flow Time Criteria

يمثل مقدار الوقت الذي يقضيه العمل في الورشة خلال العملية الإنتاجية، وهو مجموع أوقات (النقل والانتظار، المعالجة الذي يتضمن وقت التهيئة والإعداد، وأوقات التأخير الناجمة عن عطل الماكينات أو عدم توافرها بالوقت المطلوب .

### ب- معيار وقت الاكمال الكلي: MakeSpan Criteria

يشير الى مجموع الوقت المطلوب لمعالجة مجموعة من الاعمال ، وبذلك فهو يمثل الفرق بين وقت اكمال العمل الاخير ووقت البدء بالعمل الاول.

### ج- معيار مخزون العمل قيد التشغيل (WIP)(Work In- Process Inventory Criteria)

يمثل هذا المعيار مجموع الاعمال التي مازالت تنتظر معالجتها ويحتفظ بها كمخزون اجزاء أو وحدات قيد الانتاج ، ويهدف الى تقليل عدد الاعمال في النظام التي تقلل بدورها مستوى المخزون تحت التشغيل.

#### د- معيار مستوى الاستخدام: Utilization Level Criteria

يمثل هذا المعيار النسبة التي يستخدم بها المورد ، اذ يمثل مستوى الاستخدام النسبة المئوية لوقت العمل الذي تقضيه ماكينة أو عامل بحالة اشتغال اي بصورة متاحة، من مجموع وقت العمل المتاح مضروباً  $100 \times$  ويهدف الى تنظيم استخدام الموارد.

#### هـ- عدد الاعمال المتأخرة: Number of Tardy Jobs

يهدف هذا المقياس الى تقليل عدد الاعمال التي تشهد تأخيراً في مواعيد تسليمها، ويحسب بالفرق بين تاريخ اكمال العمل وتاريخ الاستحقاق.

### ثانياً: تتابع الاعمال

#### 1- مفهوم التتابع Sequencing

يعد التتابع مظهراً من مظاهر الجدولة، أو إنه أحد قراراتها المهمة. ويمثل تحديد الترتيب الذي تعالج على أساسه الأعمال عند محطات العمل (أو الزبائن في أنظمة الخدمة)، والتي تنتظر ضمن خط انتظار معين ، فالتتابع هو ترتيب تجهيز الأعمال على الماكينة لتلبية أهداف المنظمة (Sanjoy,2013:45).

#### 2- نماذج التتابع Sequencing Models

تحتاج المنظمة إلى انجاز الكثير من الأعمال بأقل وقت ممكن وبأقل تكلفة ممكنة أيضاً هناك نماذج عديدة من التتابع في الأعمال للورش الميكانيكية والكهربائية حيث اتفق الباحثين في تصنيف هذه النماذج ويمكن تحديدها كالآتي: (Pinedo, 2016:113)

النموذج الأول: إجراء التتابع لعدد (n) من الأعمال على ماكينة واحدة لمعالجة مجموعة من الأعمال لها أوقات معالجة معلومة وتواريخ استحقاق محددة ومعروفة مسبقاً

النموذج الثاني : إجراء التتابع لعدد (n) من الأعمال على ماكنتين

يهدف هذا النموذج إلى تقليص إجمالي الوقت المنقضي وفي هذه الحالة لدينا عدد من الأعمال تنتظر المعالجة على ماكنتين بحيث ينساب أي عمل من الماكينة الأولى إلى الماكينة الثانية

- النموذج الثالث : إجراء التتابع لعدد (Ji) من الأعمال على ماكنتين في ورشة عمل وظيفية عشوائية الانسياب وسكونية الوصول بهدف تقليص الوقت الإكمال الكلي.

النموذج الرابع : إجراء التتابع لعدد من الأعمال (Ji) على ثلاث مكائن في ورشة عمل انسيابية وسكونية الوصول بهدف تقليل الوقت الإكمال الكلي المنقضي

النموذج الخامس : إجراء التتابع لعدد (J2) من الأعمال على عدد (m) من المكائن في ورشة عمل وظيفية عشوائية الانسياب وسكونية الوصول بهدف تقليل الوقت الكلي المنقضي.

النموذج السادس : إجراء التتابع لعدد من الأعمال (Ji) على عدد (m) من المكائن في ورشة عمل انسيابية وسكونية الوصول بهدف تقليص الوقت الكلي المنقضي.

النموذج السابع : إجراء التتابع لعدد من الأعمال (Ji) على (m) من المكائن في ورشة عمل تعاقدية ووصول ديناميكي.

### 3- قواعد أسبقيات التتابع Priority Sequencing Rules

اعتمدت هذه القواعد بشكل كبير في حل مشكلات الجدولة، فهي تستخدم لتنظيم تتابع أوامر العمل حسب أسبقياتها ، ولكل قاعدة هدف محدد ، إلا إنها جميعاً تهدف إلى جعل الجدولة مميزة.

### 4- القواعد الساكنة للجدولة Static Scheduling Rules

يقع تحت هذا الصنف عدد من قواعد الجدولة الساكنة الخاصة بتتابع الأعمال على ماكينة واحدة،

وتتعرض مشكلة الجدولة الساكنة في هذه الحالة وجود ماكينة واحدة لمعالجة مجموعة من الأعمال، وتكون أوقات المعالجة لهذه الأعمال وتواريخ استحقاقها معروفة ومؤكدة (Al-Harkan, 2008: 16)

#### قاعدة ما يأتي أولاً يخدم أولاً (FCFS) First-Come-First-Served

يُرتب تتابع الأعمال على وفق هذه القاعدة حسب تسلسل أو ترتيب وصولها إلى الورشة

#### - قاعدة ما يرد آخرأ يخدم أولاً (LCFS) Last Come First Served

يجري إعداد التتابع للأعمال أو الزبائن على وفق هذه القاعدة حسب وصولها بالشكل الذي يجعل الأعمال التي تصل آخرأ تعالج أولاً .

#### - قاعدة وقت التشغيل الأقصر (SPT) Shortest Processing Time

يتحدد على وفق هذه القاعدة العمل الذي يتطلب اقصر وقت معالجة ليُجدول ويُعالج أولاً.

وتؤدي هذه القاعدة إلى تقليص متوسط وقت التدفق .

#### - قاعدة وقت المعالجة الأطول (LPT) Longest Processing Time

تكون الأعمال ذات وقت المعالجة الأطول هي الأعمال الأهم والأكثر ربحية، لذا تعالج أولاً.

#### - قاعدة تاريخ الاستحقاق المبكر (EDD) Earliest Due Date

يرتب تتابع الأعمال على وفق هذه القاعدة حسب تواريخ استحقاقها، فالأعمال ذات أقرب تاريخ استحقاق تجدد أولاً.

#### ب - القواعد الديناميكية للجدولة (Dynamic Scheduling Rules) :

نظراً لتغير أسبقيات الأعمال بمرور الوقت حسب تقدم العمل نسبة إلى الأعمال الأخرى، يجب



حساب الأسبقيات في كل مرة يتخذ فيها قرار تحميل الماكنة، وعلى هذا الأساس، سيجري تعديل الأسبقيات، أو تعديل الجدولة، تبعاً لتغيرات الطلب، (Meredith & Shafer, 2011: 9).

- قاعدة النسبة الحرجة (CR) Critical Ratio Rule : تجدول الأعمال على وفق هذه القاعدة حسب أصغر نسبة تحتسب عن طريق قسمة الوقت المتبقي لغاية تاريخ الاستحقاق على وقت المعالجة المتبقي .

- قاعدة الوقت الفائض (ST) Slack Time  
أو تسمى الوقت الفائض المتبقي (Remaining Slack Time). يمثل الوقت الفائض (St) الوقت المتبقي لغاية تاريخ الاستحقاق (Ri) مطروحاً منه وقت المعالجة المتبقي (ri) لإكمال العمل (i) ويتم على وفق هذه القاعدة جدولة الأعمال حسب أقل وقت فائض.

رابعاً: علاقة قواعد أسبقية التتابع بمعايير الجدولة  
تقاس كفاءة الجدولة بواسطة مجموعة من المعايير، وضعت على وفق عدة أسس، مثل المعايير الموضوعية على أساس أوقات الإنجاز، أو على أساس تواريخ الاستحقاق للأعمال، أو على أساس الكلفة، وكل هذه المعايير قياسية Regular يتم من خلالها قياس الأمثلية للقواعد المستخدمة في جدولة أولوية الأعمال. ولكي تكون استراتيجيات الجدولة كفؤة وفعالة لابد من تطبيق قواعد أسبقية التتابع واختيار المعايير التي يمكن الاعتماد عليها وعدّها أساساً للمفاضلة بين قواعد الأسبقية المتبعة، إلا أن عملية المفاضلة ليست بالسهلة لأن كل منظمة تهدف إلى تحقيق الأهداف الآتية:

- 1- إكمال تصنيع جميع الطلبات المتعاقدة عليها في تواريخ استحقاقها.
- 2- تحقيق أكبر قدر ممكن من الأرباح.
- 3- تخفيض أكبر قدر ممكن من الكلف.

لذا فإن التركيز على وضع جميع الطلبات في التواريخ المحددة لها قد يضطر الإدارة إلى اتخاذ إجراءات قد تؤدي إلى ارتفاع كلف الإنتاج والتي بدورها تؤدي إلى تخفيض الأرباح المتوقعة لذلك يكون عمل الجدولة هو المفاضلة بين الأهداف المتضاربة.

### المبحث الثالث / الجانب التطبيقي

أولاً: وصف البيئة الانتاجية للشركة وتحليل البيانات

1- نبذة تعريفية مختصرة عن الشركة:

تعد الشركة العامة للصناعات الكهربائية إحدى شركات وزارة الصناعة والمعادن ، تشغل الشركة ستة مصانع خمسة منها في مقر الشركة والسادس في منطقة التاجي حيث تختص الشركة بإنتاج المراوح ومحركات مبردة الهواء ومضخة الماء للمبردة وبرد الماء وسخان الماء وقواعد الفلورسنت ..... الخ .

## 2- مصانع الشركة

تتوفر لدى الشركة تسهيلات مادية كثيرة تتمثل في ما متوفر من معامل ومصانع لإنتاج منتجات الشركة وملاكات هندسية وإدارية متمكنة في إدارة شؤون الشركة وإدناه توضيح لذلك.

أ- مصنع المحركات

ب - مصنع المكيفات

ج- مصنع الاجهزة الكهربائية

د- المصنع الرئيسي المغذي (عينة الدراسة)

- معمل الكابسات

- معمل السباكة

- معمل الخراطة

- معمل البلاستيك

## 3- عينة الدراسة (المصنع الرئيسي للصناعات الساندة )

وهو مصنع متخصص بعمليات التشغيل الميكانيكي وإنتاج الأجزاء المختلفة لمنتجات الشركة بقوالب السباكة والقطع البارد والبلاستيك ويوفر المصنع الأجزاء النصف مصنعة الخاصة بخط تجميع مضخة الماء لمبردة الهواء و براد الماء والمراوح السقفية والسخان الكهربائي فضلاً عن توفير المواد لخطوط إنتاجية أخرى ، يتبع المصنع نظام ورشة العمل في الانتاج. وتمثل استراتيجية التصنيع فيه الانتاج حسب الطلب (MTO) Make- to-Order ، اذ تختلف كل طلبية ترد الى المصنع عن الاخرى. وتكمن الاختلافات في الحجم، والنوع، والمواد الاولية، وعمليات التصنيع، ومواصفات المنتج، غيرها. يعتمد المصنع وحدة "الوحدات" لقياس الطاقات الانتاجية وكميات المدخلات والمخرجات. ويعمل المصنع خمسة ايام عمل في الاسبوع، وبواقع وجبة عمل واحدة يومياً والجدول (1) يبين اهم العمليات للمصنع الرئيسي.

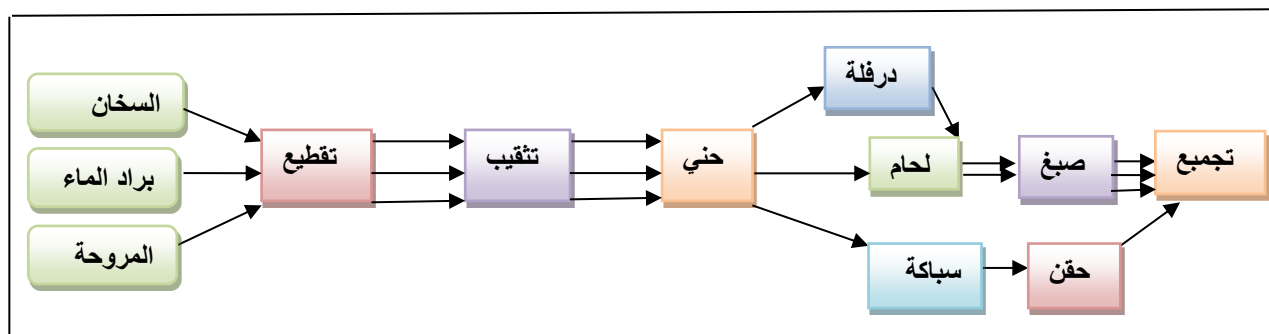
جدول (1) أنواع العمليات في المصنع الرئيسي

ت	العملية	رمز العملية	ت	العملية	رمز العملية
1	التقطيع	A	6	الحقن	F
2	التثقيب	B	7	اللحام	G
3	الحنى	C	8	الصبغ	H
4	الدرفلة	D	9	التجميع	I
5	السباكة	E			

المصدر: إعداد الباحثان.

من خلال المعايشة والزيارات الميدانية والملاحظات والمقابلات التي جرت والاطلاع على سجلات المصنع الرئيسي تم تحديد مجتمع البحث بـ 9 أوامر عمل نفذها المصنع لإنتاج الاجزاء النصف مصنعة لكل من (براد الماء، سخان كهربائي، مروحة سقفية) خلال شهر اذار من عام 2018 والتي يتطلب انتاجها المرور على مجموعة من المكنائن بمسارات تكنولوجية مختلفة واوقات معالجة مختلفة، تم اختيار هذه المنتجات للأسباب الآتية:

- 1- تعدّ أوامر العمل المنفذة الخاصة بهذه المنتجات كبيرة جداً .
- 2- التنبؤ بزيادة الطلب على هذه المنتجات وذلك لأجراء عقود مع مؤسسات الدولة لتجهيز المناطق المتضررة .
- 3- يتم معالجة هذه المنتجات بجميع معامل المصنع الرئيسي (الكابسات ، السباكة، البلاستيك ، اللحام، افران الصبغ )
- 4- اختلاف المسارات التكنولوجية لهذه المنتجات كما موضح في الشكل (1)



شكل (1) المسارات التكنولوجية للمنتجات

المصدر: إعداد الباحثان .

تبين من الشكل (1) ان المنتجات المختارة كمفردات لعينة الدراسة تدخل على مجموعة من العمليات وبمسارات تكنولوجية مختلفة فمثلا براد الماء يعالج بستة عمليات ( القطع ، التنقيب، الحني، اللحام ، الصبغ ، التجميع). اما بالنسبة للسخان الكهربائي فان يدخل بسبعة عمليات (القطع ، التنقيب ، الحني ، الدرفلة ، اللحام ، الصبغ ، التجميع). تنجز المروحة السقفية من خلال سبعة عمليات (القطع ، التنقيب ، الحني، السباكة ، الحقن ، الصبغ ، التجميع ). وان لكل عملية وقت معالجة مختلف عن العملية الاخر كما في الجدول (2)

جدول (2) المسارات التكنولوجية وأوقات المعالجة (بالدقائق)

العملية المنتج	A	B	C	D	E	F	G	H	I	وقت المعالجة للوحة الواحدة
براد الماء (سلسبيل )	4.2	4.2	4.8	-	-	-	1.2	4.8	4.2	23.4
سخان كهربائي (بابل)	5	5	2	2	-	-	6	5	6	31
مروحة سقفية (النسيم)	4	3	2	-	4	3	-	4	2	22

المصدر : إعداد الباحثان .

ثانياً: تصميم البرنامج المقترح للجدولة التشغيلية

تعد عملية الجدولة والتتابع من الوظائف المهمة التي تقع على عاتق إدارات الإنتاج في المنظمات الصناعية ، ونظراً لمحدودية تطبيق الطرائق العلمية في جدولة الاعمال لتنفيذ تتابع الأوامر على مراكز العمل في المصنع الرئيسي ، ولهذه اعتمدت الدراسة على تصميم برنامج حاسوبي يساهم في إتباع طرائق الأتمتة في تنفيذ جدولة التشغيلية والتتابع بغية الابتعاد عن الطرائق الاجتهادية والمعتمدة على الخبرات السابقة للمجدول (مدير الانتاج) .

1- الية العمل على البرنامج

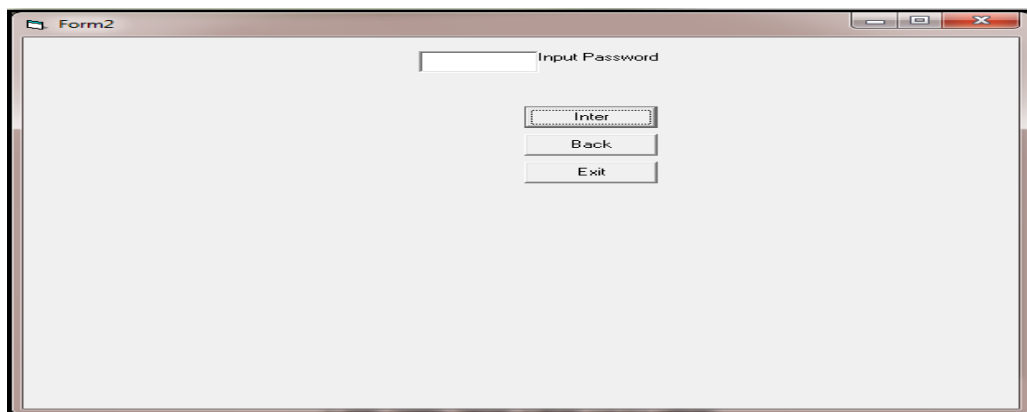
يعمل هذا البرنامج من خلال التفاعل بين المستخدم والحاسبة ويكون ذلك عن طريق مجموعة من النوافذ، وهي كالآتي :النافذة الاولى :عنوان البرنامج  
يتم تشغيل البرنامج المقترح من خلال النافذة الأولى ، التي تحمل معلومات معد البرنامج وتتمثل في اسم الجامعة ، والكلية ، والقسم العلمي، واسم البرنامج (العنوان) ، والاسم ، وكذلك تحتوي النافذة على ايعازين (Inter) في حالة رغبة المستخدم في الاستمرار بتنفيذ البرنامج ، أما الایعاز الثاني (Exit) الخروج من البرنامج كما في الشكل (2).



شكل (2) النافذة الاولى (العنوان)

النافذة الثانية : كلمة السر

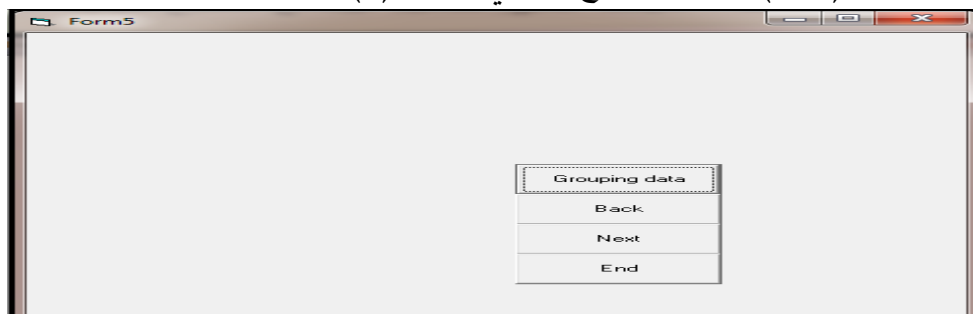
الغرض من هذه النافذة هو ادخال كلمة السر للبرنامج وتحتوي على ثلاثة ايعازات الاول (Inter) للانتقال الى النافذة الثالثة او (Back) للرجوع الى النافذة الاولى او (Exit) للخروج من البرنامج كما في الشكل (3) .



شكل (3) النافذة الثانية (كلمة السر)

النافذة الثالثة : تجميع البيانات

التي تحتوي على عدة ايعازات الاول (Grouping Data) للدخول الى بيانات الدراسة والاياعاز الثاني (Back) للعودة الى النافذة السابقة والاياعاز الثالث هو (next) للانتقال الى النافذة الرابعة اما الاياعاز الاخير فهو (End) لإنهاء البرنامج كما في الشكل (4) .



شكل (4) النافذة الثالث (بيانات البرنامج)

يقدم هذا البرنامج العديد من الحلول لأعداد الجدولة وفق مجموعة من قواعد الاسبقية واختيار الحل الامثل المتمثل بالتتابع الذي يحقق معايير الجدولة وتقسيم قواعد الاسبقية المختارة كالآتي :

أ- القواعد الساكنة : تم اختيار اربعة من القواعد الساكنة في لاختبارها في هذا البرنامج وهي :

النافذة الرابعة : تطبيق قاعدة من يأتي اولاً يخدم اولاً (FCFS)

تعتمد هذه القاعدة تسلسل وصول الاعمال الى المصنع حيث نعطي الاسبقية للعمل الذي يأتي اولاً ،بعد فتح هذه النافذة ندخل البيانات اللازمة وهي مجموع المدخلات وهي (17) وبعدها ندخل عدد المكائن وهي (9) وعدد اوامر العمل المراد جدولتها وهي (9) ايضاً وبعدها نكتب اسم القاعدة (FCFS) وندخل الاوقات اللازمة للجدولة وهي (8) ( تسلسل ورود الاوامر ، مجموع الوقت

التشغيلي للأوامر، تاريخ الاستحقاق ، الوقت المتبقي للمعالجة ، الوقت المتبقي للتسليم ، النسبة الحرجة ، الوقت الفائض، القاعدة المقترحة) واخير نحدد نوع التسلسل اما تصاعدي بإدخال رقم (1) او تنازلي بإدخال رقم (2) فنختار الرقم (1) لترتيب الاعمال تصاعديا من القيمة الاقل الى القيمة الاعلى .

بعد ادخال هذه البيانات نضغط على اليعاز الاول (Process) لمعالجة البيانات ، ستظهر قاعدة البيانات الخاصة بأوامر العمل المحفوظة (Real data1) وبعدها نختار ايعاز (open) ستظهر نتائج القاعدة المختارة (FCFS) المتضمنة جداول في القسم العلوي للنافذة ،يمثل الجدول الاول تتابع الاعمال وفقا لهذه القاعدة وتكون كالتالي (1-2-3-4-5-6-7-8-9). اما بقية الجداول فتبين وقت دخول وخروج كل عمل على كل ماكينة من الماكينات التسعة .

يضم القسم السفلي للنافذة الرابعة خمسة معايير للجدولة لتقييم فاعلية القاعدة (FCFS) من خلالها كما في الشكل (5) .

المعيار الاول :وقت الاكمال الكلي Make span = 7300

المعيار الثاني : متوسط وقت التدفق Flow Time = 5332

المعيار الثالث :عدد الاعمال المتأخرة Tardy Jobs = 5

المعيار الرابع: مخزون العمل تحت التشغيل WIP = 6.574

المعيار الخامس: مستوى الاستغلال للمكان UL = 0.15

J	A IN OUT	B IN OUT	C IN OUT	D IN OUT	E IN OUT	F IN OUT	G IN OUT	H IN OUT	I IN OUT
1	0, 420	420, 840	840, 1320	1320, 1320	1320, 1320	1320, 1320	1320, 1440	1440, 1920	1920, 2340
2	420, 670	840, 1090	1320, 1420	1420, 1520	1520, 1520	1520, 1520	1520, 1820	1920, 2170	2340, 2640
3	670, 1470	1470, 2070	2070, 2470	2470, 2470	2470, 3270	3270, 3870	3870, 3870	3870, 4670	4670, 5070
4	1470, 1680	2070, 2280	2470, 2710	2710, 2710	3270, 3270	3870, 3870	3870, 3930	4670, 4910	5070, 5280
5	1680, 2280	2280, 2730	2730, 3030	3030, 3030	3270, 3870	3870, 4320	4320, 4320	4910, 5510	5510, 5810
6	2280, 2480	2730, 2930	3030, 3110	3110, 3190	3870, 3870	4320, 4320	4320, 4560	5510, 5710	5810, 6050
7	2480, 2795	2930, 3245	3245, 3605	3605, 3605	3870, 3870	4320, 4320	4560, 4650	5710, 6070	6070, 6385
8	2795, 3495	3495, 4020	4020, 4370	4370, 4370	4370, 5070	5070, 5595	5595, 5595	6070, 6770	6770, 7120
9	3495, 3645	4020, 4170	4370, 4430	4430, 4490	5070, 5070	5595, 5595	5595, 5775	6770, 6920	7120, 7300

Total Input	17	Make Span	7300
No. of Machines	9	Flow Time	5332.777777777778
No. of Jobs (n)	9	Tardy Jobs	5
The Rule	FCFS	WIP Inventory	6.57465753424658
Input Times	8	Utilization	0.152099176997604
ascending=1,descending=2	1		

Buttons: process, Back, Next, End

شكل (5) النافذة الرابعة (FCFS)

## 2- المعايير الكلية للجدولة

بعد التعرف على عمل كل قاعدة والنتائج المتحققة من خلالها لابد من ملخص بالنتائج .  
عند فتح البرنامج وادخال كلمة السر بعدها نختار اليعاز (Next) للدخول الى نافذة القواعد ونختار بعدها اليعاز (Next) مرة ثانية ستظهر النافذة الخاصة بملخص المعايير وتحتوي على عدة متطلبات اولاً عدد البيانات الكلية وهي (17) وبعدها عدد المكائن وهي (9) وعدد الاعمال وهي (9) وعدد الاوقات المدخلة وهي (8) بعدها نضغط على ايعاز (Total Criteria) ستظهر النافذة قاعدة البيانات نحددها و نضغط على ايعاز (Open) ستظهر نافذة المعايير الكلية كما في الشكل (6).

يوضح العمود الأول من الجدول قواعد التتابع المستخدمة لغرض الدراسة ، وتضم القواعد الساكنة والقواعد الديناميكية وقاعدة مركبة .

اما العمود الثاني فهو يمثل معيار وقت الاكمال الكلي (MS) Make Span .

اما العمود الثالث يمثل معيار معدل تدفق العمل (F) Flow Time

اما العمود الرابع يمثل معيار عدد الاعمال المتأخرة (N.TJ) Number of Tardy Jobs

اما العمود الخامس يمثل معيار مخزون العمل تحت التشغيل Work- In- Process Inventory.

اما العمود السادس فهو يمثل معيار مستوى الاستخدام (U) Utilization Level Criteria

SPT	7300	5332.77777777778	5	6.57465753424658	0.152099176997604
FCFS	7245	3347.22222222222	2	4.15804002760524	0.240497925311203
SPT	7245	3640.55555555556	1	4.5224292615597	0.221120097665192
EDD	7370	6008.33333333333	6	7.33717774762551	0.136292186777624
CR	7400	4568.33333333333	4	5.55608108108108	0.179982974583485
ST	7245	3607.22222222222	1	4.48102139406487	0.223163406745726
CR+SPT	7445	6260.55555555556	5	7.56816655473472	0.132132398615671
LPT					

Total Input	17	Total criteria3
No. of Machines	9	
No. of Jops(n)	9	Back
Input Times	8	End

### شكل (6) ملخص معايير الجدولة الكلية

ويتيح لنا هذا الجدول المقارنة بين القواعد المستخدمة في التتابع لغرض اختيار أفضلها بحسب المعيار الذي تتخذه الشركة هدفاً لها ، يمكن توضيح ذلك من خلال تطبيق المعادلات الخاصة بمعايير التقييم ، وقد تم اختيار قاعدة (FCFS) مثلاً، وكما يأتي :

أ- معيار وقت الاكمال الكلي (MS) = وقت اكمال آخر عمل - وقت بداية أول عم كما في المعادلة (2)

$$MS = 7300 - 0 \text{ ساعة} = 7300$$

ب- معيار متوسط وقت التدفق  $Flow$  = وهو يمثل حاصل قسمة مجموع اوقات تدفق العمل على عدد اوامر العمل كما في المعادلة (1)

$$\bar{F} = \frac{\sum_{j=1}^J F_j}{J} \dots \dots \dots (1)$$

$$\bar{F} = \frac{47688}{9} = 5332 \text{ ساعة/عمل}$$

ج- عدد الأعمال المتأخرة عن تاريخ استحقاقها (T.J) : يمكن حسابها من خلال طرح وقت الاكمال لمعالجة لكل امر من الاستحقاق تاريخ الاستحقاق فتحسب القيم التي تكون دون الصفر دلالة على التأخير كما في المعادلة (6)

$$T.J = d_j - C_j \dots \dots \dots (6)$$

جدول (17) عدد الاعمال المتأخرة

عدد الاعمال المتأخرة	وقت الاكمال الكلي للأعمال	تاريخ الاستحقاق	التسلسل
3960	2340	6300	1
300	2640	2940	2
1650	5070	6720	3
-1290	5280	3780	4
70	5810	5880	5
-3530	6050	2520	6
-2185	6385	4200	7
-1660	7120	5460	8
-5200	7300	2100	9

المصدر: إعداد الباحثان.



يحسب هذا المعيار بعدد الاعمال ذات القيمة السالبة الناتجة في العمود الاخير من الجدول وهي 5 عمل متأخر.

د- معيار مخزون العمل قيد التشغيل ( $WIP$ ): ويحسب هذا المعيار مجموع اوقات التدفق ( $F_j$ ) لكل الاعمال / وقت الاكمال الكلي ( $MS$ ) كما في المعادلة (3) :

$$\overline{WIP} = \frac{\sum_{j=1}^J F_j}{MS}$$

$$\overline{WIP} = \frac{47988}{7300} = 6.57 \text{ عمل}$$

هـ- معيار الاستخدام : اذ يمثل مستوى الاستخدام النسبة المئوية لوقت العمل الذي تقضيه ماكينة أو عامل بحالة اشتغال اي بصورة متاحة، من مجموع وقت العمل المتاح مضروباً  $100 \times$  ويتم احتسابه حسب المعادلة (5) .

$$U = \frac{MS}{F} \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

$$U = \frac{7300}{47988} \times 100 = 15\%$$

3- تحليل نتائج قواعد الاسبقية وفق معايير جدولة الاعمال التشغيلية :

يمكن تنفيذ قواعد الاسبقية مع اوامر عمل اكثر ، لتقدم حلولاً مثلى لجدولة اوامر العمل والعمليات، وبغض النظر عن عدد اوامر العمل ضمن الجدولة فبعد اجراء الاختبارات، تم التوصل الى النتائج البحثية. وكما يأتي:

- 1- بموجب معيار وقت الاكمال الكلي  $MS$  فقد تصدرت كل من ( $CR+SPT$  ،  $EDD, SPT$ ) باقل وقت لإكمال العمل وجاءت بعدهم قاعدة ( $FCFS$ ) ثم قاعدة ( $CR$ ) ثم ( $ST$ ) واخيرا ( $LPT$ ) .
- 2- بموجب معيار معدل وقت التدفق فان قاعدة ( $SPT$ ) هي الأولى ثم قاعدة ( $CR+SPT$ ) بعدها قاعدة ( $EDD$ ) ثم قاعدة ( $ST$ ) ثم قاعدة ( $FCFS$ ) تليها قاعدة ( $CR$ ) بعدها قاعدة ( $LPT$ ) .
- 3- بحسب معيار عدد الأعمال المتأخرة ( $No.TJ$ ) تعد قاعدتا ( $EDD, CR+SPT$ ) هما الأفضل من بين القواعد الأخرى كونهما ذوات اقل عدد من الأعمال المتأخرة وهو العدد (1) ثم تليهم قاعدة ( $SPT$ ) ثم قاعدة ( $ST$ ) وبعدها ( $FCFS, LPT$ ) ثم قاعدة ( $CR$ ) .

4- بحسب معيار ( WIP ) وهو معيار متوسط المخزون تحت التشغيل تعد ( SPT ) هي الأولى ثم قاعدة ( CR+SPT ) ، بعدها قاعدة ( EDD ) ، ثم قاعدة ( ST ) ، ثم قاعدة ( FCFS ) تليها قاعدة ( CR ) ، بعدها قاعدة ( LPT ) .

5- بموجب معيار مستوى الاستخدام (U%) أحرزت قاعدة ( SPT ) المرتبة الأولى كونها ذات اكبر

مقدار من الاستفادة ، تليها قاعدتا ( EDD,CR+SPT ) ، ثم قاعدة ( ST ) وبعدها قاعدة ( FCFS ) ثم قاعدة ( CR ) وأخيراً قاعدة ( LPT ) كونها حققت اقل مقدار من الاستفادة من المكائن .

### الاستنتاجات

من خلال المعاشية الميدانية في الشركة موضوع الدراسة ، وبعد تطبيق البرنامج المقترح وقياس اداء قواعد الاسبقية المختبرة تم التوصل لعدة استنتاجات مستندة إلى تحليل نتائج الواقع العملي والبرنامج الحاسوبي المطبق ، وهي :-

1- ابتعاد المصنع عن استخدام اساليب جدولة قائمة على الاساليب العلمية الحديثة في مجال بحوث العمليات لجدولة الاعمال التشغيلية والاعتماد على الاسلوب العشوائي .بسبب قلة المعرفة العلمية الخاصة بهذه الاساليب وعدم تقدير أهميتها في تطوير أدائه.

2- لا يأخذ المصنع بنظر الاعتبار الاهداف المرتبطة بعامل الوقت عند انجاز أوامر العمل، مما يؤدي الى عدم التقيد والاجتهاد لتجديد تواريخ الاستحقاق لأوامر العمل، وذلك بسبب قلة الاهتمام بتحديد هذه المتغيرات على أسس علمية.

3- أظهر تطبيق برنامج قواعد الاسبقية ، بأنه كان ملائماً لمشكلة الجدولة في المصنع، وان تطبيقه لم يكن بدرجة من التعقيد بحيث يصعب فهم العلاقة بين متغيراته ، وهذا ما تميز به النظام .

4- يوفر البرنامج المقترح للمصنع، إمكانية استخدامه كأداة للتخطيط والرقابة على حركة عمليات المصنع فيه، بحيث يمكن متابعة مراحل الصنع المختلفة وتشخيص الانحرافات وتصحيحها في كل مرحلة قبل تفاقمها.

### التوصيات

1- بالنظر لأهمية الدور الكبير الذي تؤديه الاساليب الرياضية في مجال بحوث العمليات، ولاسيما طرق الأمثلية في ظل بيئة الانتاج الحالية، نوصي ادارة المصنع باستخدام هذه الاساليب في جدولة العمليات التشغيلية كأداة للتخطيط والرقابة بالتنسيق مع ذوي الاختصاص في مجال بحوث العمليات من أجل اعداد نماذج جدولة ملائمة والاستفادة منها لتحسين الاداء .

2- استخدام القاعدة المركبة (CR+SPT) ولذلك لأنها تعتمد في احتسابها اخذ اقل وقت معالجة مع اقل تاريخ استحقاق وتعطي افضل النتائج مع اقل عدد اعمال متأخرة ،  
او استخدام قاعدة (SPT) من القواعد الساكنة اذا كان هدف المصنع تحقيق اقل وقت اكمال كلي للأعمال بغض النظر عن تاريخ الاستحقاق حيث تتفوق هذه القاعدة بكل المعايير ماعدا معيار عدد الاعمال المتأخرة

#### المصادر

1. AL-Harkan Ibrahim M, Algorithms for sequencing and scheduling ,1<sup>st</sup> ed ,king Saud Publishing ,Riyadh ,Saudi Arabia ,2008 .
  2. Gharaei A,Naderi B,Mohammadi M, ,Optimization of rewards in single machine scheduling in the rewards-driven systems , Management Science Letters, Iran , pp. 629–638, 2015 .
  3. Heizer, J., Render, B., & Munson, C, Operations Management Sustainability and Supply Chain Management,12<sup>th</sup> ed., Pearson, 2017
  4. Krajewski, L., Ritzman, L.P., &Malhotra, M.K., Operations Management Processes and Supply Chains,11<sup>th</sup> ed., Pearson Education 2016.
  5. Lal V ,Anand C ,Durai D, A Survey on Various Optimization Techniques with Respect to Flexible Job Shop Scheduling, International Journal of Scientific and Research Publications ,vol: 4 (1) pp: 2250-3153,2014 .
  6. Meredith, Jack R & Shafer, Scott M. "Operations Management , 6<sup>th</sup>ed, John Wiley & Sons, Inc. New York, 2011.
  7. Pinedo , Michael , "Scheduling: Theory, Al Gorithims And Systems,"5<sup>th</sup> ed, Cham Heidelberg New York, USA, 2016.
  8. Sanjoy Kumar Pau, Sustainable sequencing of N jobs on one machine: a fuzzy approach. J. Services and Operations Management, Vol. 15, No. 1, 2013PP. 44-57,2013 .
- Stevenson, W.J., Operations Management, 13<sup>th</sup> ed., McGraw- Hill, USA, 2018