

مقارنة خوارزميات الجدولة للعمليات المستقلة مع خوارزمية مقترحة.

محمود محمد طاهر يونس العبادي [Mahmood81\\_tahr@yahoo.com](mailto:Mahmood81_tahr@yahoo.com)

مدرس مساعد/كلية علوم الحاسبات والرياضيات/قسم الإحصاء والمعلوماتية/جامعة الموصل

المستخلص:

يتضمن هذا البحث دراسة وتحليل خوارزميات الجدولة للمعالجات المستقلة كخوارزمية جدولة وقت العملية الأكبر (Longest Processing Time Scheduling algorithm (LPT) وخوارزمية جدولة وقت العملية الأصغر (Shortest Processing Time Scheduling algorithm (SPT) ومقارنتها مع ال- خوارزمية المقترحة بالاعتماد على مقياس طول الجدولة لكل خوارزمية والحصول على الحل الأمثل وذلك من خلال التطبيق على بعض الأمثلة.

### comparison Between Scheduling Algorithms of Independed Processing with a proposed algorithm

Abstract:

This paper investigates analysis of scheduling algorithm of independed processing like the Longest Processing Time Scheduling algorithm(LPT) and Shortest Processing Time Scheduling algorithm(SPT) and walking a comparison between them with a propose algorithm depending on the measuring length scheduling to each of them to get the ideal solution through applying on some examples.

## 1- المقدمة Introduction :-

تعد إدارة العمليات داخل المعالجات من أهم أعمال الحاسبة الالكترونية، وتظهر هذه العمليات إلى حيز الوجود عند القيام بتشغيل احد الأوامر أو البرامج، في هذه الحالة تعطي الحاسبة الالكترونية كل عملية في حيز التشغيل رقما، وتقوم وحدة المعالجة المركزية (CPU)(Central Processing Unit) بإنجاز هذه العمليات واحدة تلو الأخرى، وذلك بتقسيم الوقت بين هذه العمليات وخدمة كل عملية حسب الضرورة والمرتبة الموضوعه لها .

بصورة عامة تستخدم جدولة المعالجات في إدارة المهام الموضوعه لأي مشروع وإنجازها، وتتدخل في العديد من المواضيع الإحصائية و الرياضية، وتم تصنيفها إلى نوعين : الأول : خوارزميات الجدولة مع عدم إمكانية قطع العمليات (Non Preemptive Scheduling Algorithms) والثاني خوارزميات الجدولة مع إمكانية قطع العمليات (Preemptive Scheduling Algorithms) .

إن الفكرة الأساسية لخوارزميات الجدولة هي زيادة إنتاجية المعالجات (CPU Throughput) ، ومنفعتها (CPU Utilization) ، وتقليل وقت الانتظار (Waiting Time)، و وقت الاستجابة (Response Time)، و وقت العودة (Turnaround Time) ، وتحقيق العدالة بين العمليات (Fairness) وكذلك تقليل طول الجدولة (Scheduling Length).

حيث تضمن هذا البحث عرض الأسس والمفاهيم العامة لخوارزميات الجدولة للمعالجات المتعددة وبالأخص خوارزميات جدولة العمليات المستقلة ومقارنتها مع خوارزمية مقترحة بالاعتماد على طول الجدولة لكل خوارزمية عن طريق تطبيق هذه الخوارزميات على بعض الأمثلة وذلك للحصول على الحل الأمثل.

## 2-المصطلحات المتعلقة بالجدولة

### 1-2 مسألة الجدولة Scheduling Problem [5] [6] [7] [8]

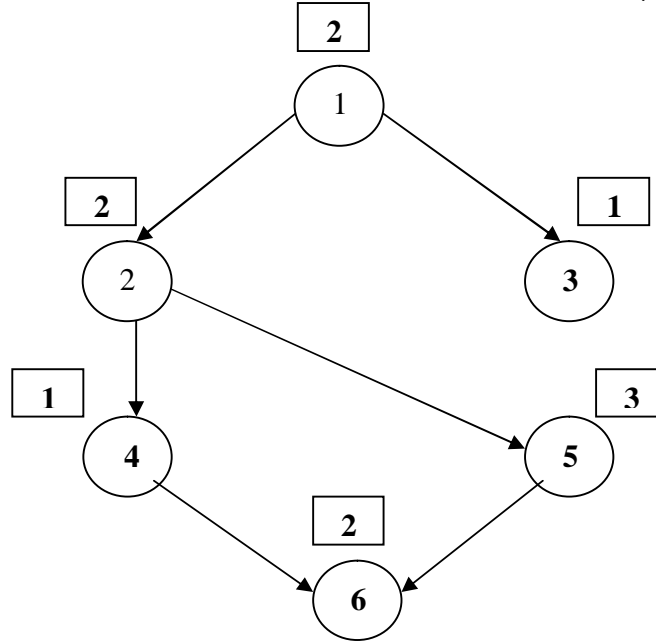
هناك ميزة مهمة في أنظمة التشغيل (Operating System) في الحاسبات الالكترونية وهي كيفية إدارة العمليات (Process) داخل الحاسبة. وتعد مسائل الجدولة من مسائل الامثلية. ومعظم الحلول الموضوعه تستخدم أساليب بحوث العمليات وأساليب إحصائية و رياضية . وقد درست مسائل الجدولة بشكل واسع في حقلي بحوث العمليات وعلوم الحاسبات من خلال الخوارزميات المتعلقة بالجدولة ، ونظرا للتطور الكبير في الحاسبة إذ أصبحت ذات معالجات متعددة (Multiprocessor System) فانه ينبغي تحديد الأولوية في تنفيذ العمليات وكذلك تنفيذ أكثر من عملية في الوقت نفسه حيث تتضح مسألة الجدولة في كيفية وضع الأولوية بتنفيذ عملية معينة من بين عدة عمليات وتخصيص المعالج لها من المعالجات المتعددة وإنهاء التنفيذ بعد تحديد زمن لكل عملية بأقل وقت ممكن ، إذ لا يمكن لعملية واحدة أن يخصص لها أكثر من معالج في الوقت نفسه، لان كل معالج يخصص له عملية لغرض تنفيذها أو يبقى عاطل عن العمل .

2-2 عدد المعالجات [3]Number of Processors

تعد أنظمة الحاسبات الالكترونية ذوات المعالج الواحد (Uniprocessor System) الأساس في إنشاء أنظمة الحاسبات ذوات المعالجات المتعددة. إن أنظمة الحاسبات ذوات المعالج الواحد تعني تنفيذ عملية واحدة وتبقى بقية العمليات تنتظر في صف الاستعداد لحين إنهاء العملية الأولى من التنفيذ ، أما في أنظمة الحاسبات ذوات المعالجات المتعددة فيتم تنفيذ عدة عمليات في الوقت نفسه، وذلك من خلال توزيع العمليات على المعالجات الموجودة وتنفيذها حسب الأسبقية الموضوعة من خلال خوارزميات جدولة المعالجات المتعددة. إن استخدام عدد كبير من المعالجات يعمل على تقليل طول الجدولة .

2-3 المعالج الساكن [4] Idleness Processor

هو المعالج الذي يكون غير مشغول بتنفيذ أية عملية . ولتوضيح ذلك وكما مبين في الشكل (2-1) ، سنبين أن تحليل كفاءة خوارزميات الجدولة يعتمد على إمكانية بقاء المعالج مشغول اكبر وقت ممكن . حيث أن F تمثل المعالج الساكن .



أ- رسم العمليات

P1	1	1	2	2	4	F	F	6	6
P2	F	F	3	F	5	5	5	F	F

ب - جدولة العمليات

الشكل (2-1)

نلاحظ من خلال التوزيع العشوائي للعمليات على لوحة كراننت ( Crantt Chart ) انه في المعالج الأول يوجد وحدتان عاطلتان عن العمل ، و في المعالج الثاني هناك خمس وحدات عاطلة عن العمل .

### 3-جدولة المعالجات المتعددة

#### 3-1 معايير الجدولة : Scheduling Criteria [1] [2]

إن خوارزميات جدولة المعالجات تمتلك خصائص مختلفة ، مما يدفع إلى تفضيل خوارزمية على أخرى ، وهناك أسس وخصائص تستخدم للمقارنة في تحديد الخوارزمية الجيدة والكفاءة وهذه الأسس هي :

- 1- منفعة المعالج ( CPU Utilization ) : تعني كيفية جعل المعالج يستغل بشكل دائم ويصبح مشغولا طول الوقت في تنفيذ العمليات قدر الإمكان.
  - 2- إنتاجية المعالجات ( CPU Throughput ) : تمثل عدد العمليات المنفذة بشكل كامل خلال وحدة زمنية.
  - 3- وقت العودة ( Turnaround Time ) : يمثل المدة الزمنية من دخول العملية للنظام والى حين اكتمال تنفيذ العملية.
  - 4- وقت الانتظار ( Waiting Time ) : يمثل الزمن المستغرق في بقاء العملية في صف الاستعداد ( Ready Queue ) لكي يخصص لها المعالج لغرض التنفيذ.
  - 5- وقت الاستجابة ( Response Time ) : يمثل المدة الزمنية منذ دخول العملية إلى النظام لحين الاستجابة الأولى في التنفيذ.
  - 6- طول الجدولة ( Scheduling Length ) : هي الفترة الزمنية التي تستغرقها جميع العمليات لتنفيذها، ففي حالة المعالجات المتعددة تكون أمثلية الجدولة معتمدة على طول الجدولة.
- ويعد طول الجدولة المقياس الأهم لمعرفة كفاءة الخوارزميات في جدولة المعالجات المتعددة .

#### 3-2 خوارزميات جدولة العمليات المستقلة : Independent Tasks Scheduling Algorithms [2]

سنعرض خوارزميتين من خوارزميات الجدولة لمجموعة من العمليات المستقلة ، مع عدد اختياري من المعالجات وزمن تنفيذ لكل عملية من مجموعة العمليات.

#### 3-2-1 خوارزمية جدولة وقت العملية الأكبر : Longest Processing Time Scheduling Algorithm (LPT)

تعد هذه الخوارزمية من الخوارزميات الأساسية في جدولة العمليات المستقلة ، وفي هذه الخوارزمية يتم تحديد الأسبقية للعمليات من خلال العملية ذات زمن التنفيذ الأكبر، و أن جميع العمليات في مستوى واحد ، والخطوات الرئيسية للخوارزمية هي :

- 1 - البداية .
- 2 - تحديد الأسبقية للعملية بالاعتماد على زمن التنفيذ الأكبر .
- 3 - تكرار .
- 4 - اختيار العملية .
- 5 - اختيار المعالج المناسب لتنفيذ العملية .

6 - تخصيص المعالج للعملية .

7 - عند عدم جدولة جميع العمليات اذهب إلى الخطوة 3 و إلا .

8 - النهاية .

### 3-2-2 خوارزمية جدولة وقت العملية الأصغر : Shortest Processing Time Scheduling Algorithms (SPT)

تعد هذه الخوارزمية عكس خوارزمية (LPT) في جدولة العمليات المستقلة ، وفي هذه الخوارزمية يتم تحديد الأسبقية للعمليات من خلال العملية ذات زمن التنفيذ الأصغر ، وان جميع العمليات في مستوى واحد ، والخطوات الرئيسة للخوارزمية هي :

1 - البداية .

2 - تحديد الأسبقية للعملية بالاعتماد على زمن التنفيذ الأصغر .

3 - تكرار .

4 - اختيار العملية .

5 - اختيار المعالج المناسب لتنفيذ العملية .

6 - تخصيص المعالج للعملية .

7 - عند عدم جدولة جميع العمليات اذهب إلى الخطوة 3 و إلا .

8 - النهاية .

### 3-2-3 الخوارزمية المقترحة The proposed Algorithm

تم اقتراح خوارزمية جديدة لجدولة العمليات المستقلة على عدد اختياري من المعالجات المتعددة، إذ تستخدم هذه الخوارزمية إذا كانت لدينا مجموعة من العمليات المستقلة وأوقات التنفيذ للعمليات متساوية أو مختلفة ، إذ تبدأ المعالجات بتنفيذ العمليات التي لها أوقات تنفيذ كبيرة وتخصص المعالج لها مع إمكانية قطع العملية وتنفيذ وحدة واحدة منها ثم تعمل مقارنة لجميع العمليات وتنفذ أكبر وقت تنفيذ للعمليات وكذلك تنفذ وحدة واحدة منها وهكذا

وخطوات الخوارزمية المقترحة كما في أدناه:

1-البداية

2-اختيار العملية التي لها أكبر وقت تنفيذ وتخصيص المعالج العاطل عن العمل وتنفيذ وحدة واحدة منها

3-عمل مقارنة بين العمليات المتبقية واختيار العملية التي لها أكبر وقت تنفيذ من بين جميع العمليات وتخصيص المعالج لها

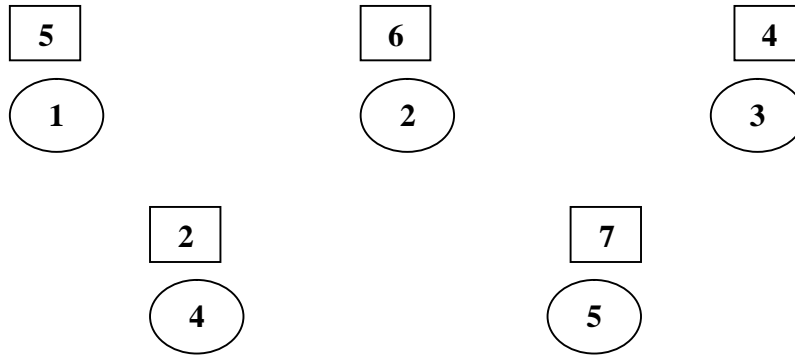
4-في حالة وجود عمليات لم تنفذ اذهب إلى 3 وإلا

5-النهاية

إن الفرق في الخوارزمية المقترحة عن الخوارزميات LPT و SPT يتركز في الخطوات 2 و 3 منها حيث أن الخوارزمية المقترحة تنفذ وحدة واحدة من العملية أي (أمكانية القطع للعملية أثناء التنفيذ) بينما الخوارزميات الأخرى تنفذ العملية كاملة أي (لا يمكن قطع العملية أثناء التنفيذ)

#### 4- الجانب العملي

في هذا الجانب سيتم عرض حالتان لمقارنة خوارزميات العمليات المستقلة مع الخوارزمية المقترحة ، حيث تقسم الحالة الأولى إلى قسمين يتضمن القسم الأول معالجين ، أما القسم الثاني فيتضمن ثلاث معالجات ، أما في الحالة الثانية سنقوم بتغيير أوقات التنفيذ للعمليات وفي نفس الوقت يتم تنفيذها بمعالجين وثلاث معالجات أيضا .  
الحالة الأولى :  
أ - في حالة معالجين :



عند تطبيق خوارزمية (LPT) على معالجين تكون النتيجة متمثلة بلوحة كرات بالشكل التالي :

Pr1	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3	4	4
Pr2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	F	F
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

#### خوارزمية (LPT)

حيث يخصص المعالج الأول (Pr1) للعملية رقم (5) والتي تمتلك أكبر زمن تنفيذ ، بينما يخصص المعالج الثاني (Pr2) للعملية رقم (2) والتي تمتلك زمن تنفيذ أقل من العملية رقم (5) ، ثم يخصص المعالج الثاني للعملية رقم (1) بعد الانتهاء من تنفيذ العملية رقم (2) لان المعالج الأول (Pr1) لا يزال مشغول بتنفيذ العملية رقم (5) . ثم يخصص المعالج الأول للعملية رقم (3) وذلك بعد الانتهاء من تنفيذ العملية رقم (1) وهكذا لبقية العمليات .

وعند تطبيق خوارزمية (SPT) على معالجين تكون النتيجة متمثلة بلوحة كرائنت بالشكل التالي :

Pr1	4	4	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5
Pr2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	F	F	F	F
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

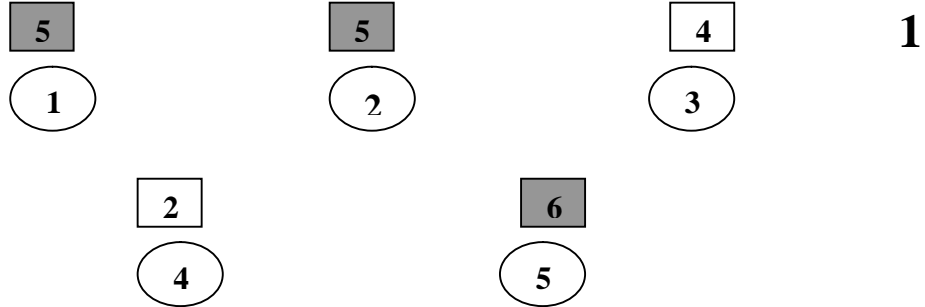
### خوارزمية (SPT)

حيث يخصص المعالج الأول (Pr1) للعملية رقم (4) التي تمتلك اصغر زمن تنفيذ ، ويخصص المعالج الثاني للعملية رقم (3) والتي تملك زمن تنفيذ اصغر بالنسبة لبقية العمليات غير المنفذة ، ثم يخصص المعالج الأول للعملية رقم (1) والتي تمتلك زمن تنفيذ اقل بالنسبة لبقية العمليات غير المنفذة ، وهكذا لبقية العمليات .

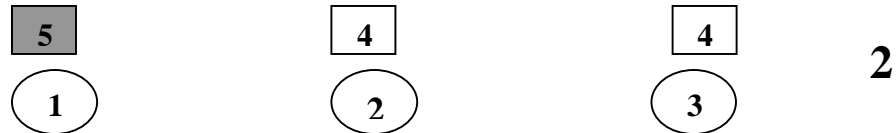
وعند تطبيق (الخوارزمية المقترحة) على معالجين تكون النتيجة متمثلة بلوحة كرائنت بالشكل التالي :

Pr1	5	5	5	5	2	2	5	5	2	4	4	2
Pr2	2	2	1	1	3	3	1	1	3	3	1	5
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

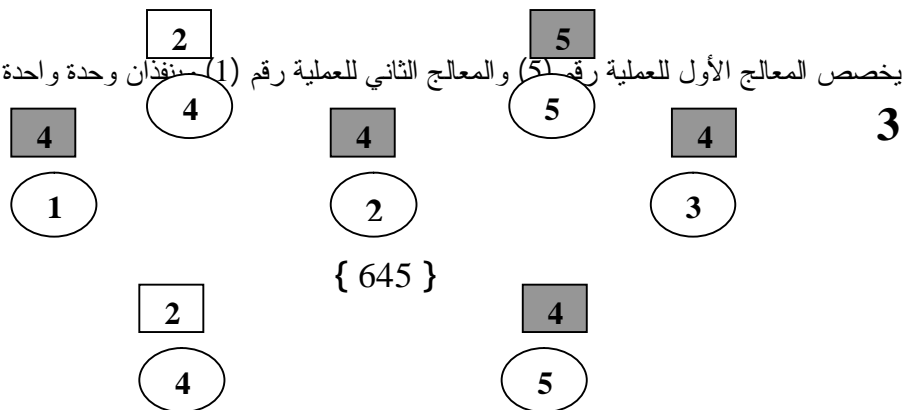
يبدأ التنفيذ بتخصيص المعالج الأول للعملية رقم (5) لكونها تملك أكبر وقت تنفيذ وينفذ وحدة واحدة منها، ويخصص المعالج الثاني للعملية رقم (2) لكونها تمتلك ثاني أكبر زمن تنفيذ وينفذ وحدة واحدة منها.



بعد ذلك يخصص المعالج الأول للعملية رقم (5) وينفذ وحدة واحدة منها، والمعالج الثاني يخصص للعملية رقم (2) أو العملية (1) لكونهما يمتلكان ثاني أكبر زمن تنفيذ (الوقت متساوي) وينفذ وحدة واحدة وعلى افتراض أن المعالج الثاني يخصص للعملية رقم (2).

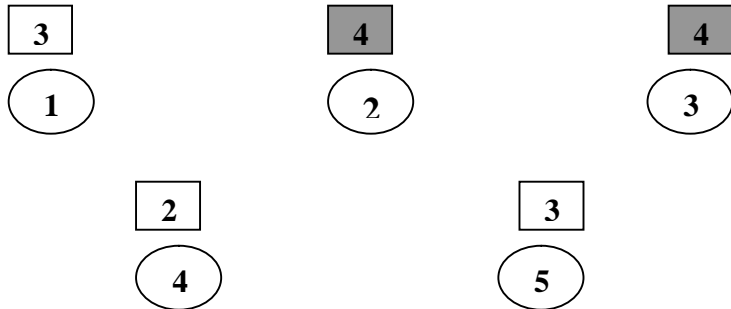


يخصص المعالج الأول للعملية رقم (5) والمعالج الثاني للعملية رقم (1) وينفذان وحدة واحدة من كل منهما.



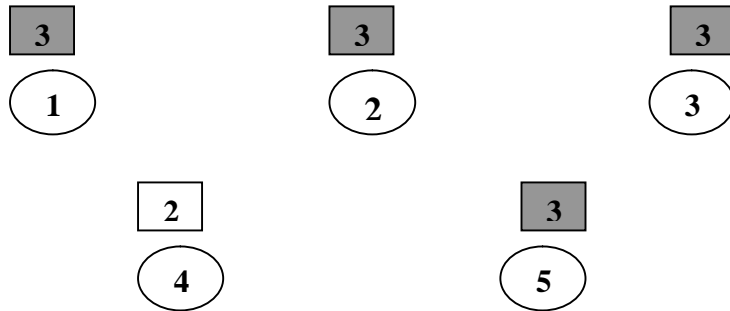
لدينا العمليات (1,2,3,5) لهم أكبر زمن تنفيذ (متساوي) وعلى افتراض أن المعالج الأول خصص للعملية رقم (5) والمعالج الثاني للعملية رقم (1).

4



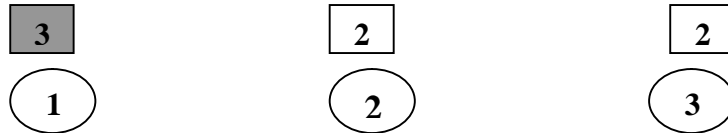
بعدها يخصص المعالج الأول للعملية رقم (2) والمعالج الثاني للعملية رقم (3) وينفذان وحدة واحدة من كل منهما.

5

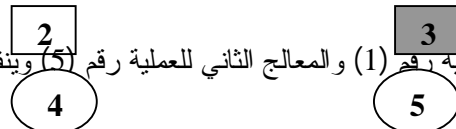


لدينا العمليات (1,2,3,5) لهم أكبر زمن تنفيذ (متساوي) وعلى افتراض أن المعالج الأول خصص للعملية رقم (2) والمعالج الثاني للعملية رقم (3).

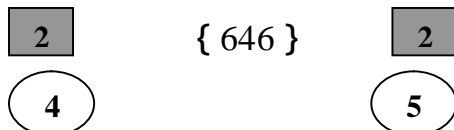
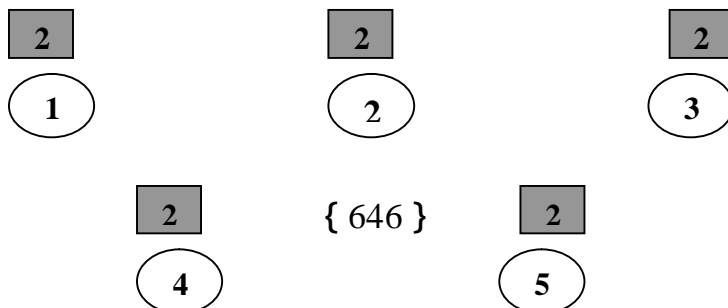
6



بعدها يخصص المعالج الأول للعملية رقم (1) والمعالج الثاني للعملية رقم (5) وينفذان وحدة واحدة من كل منهما.

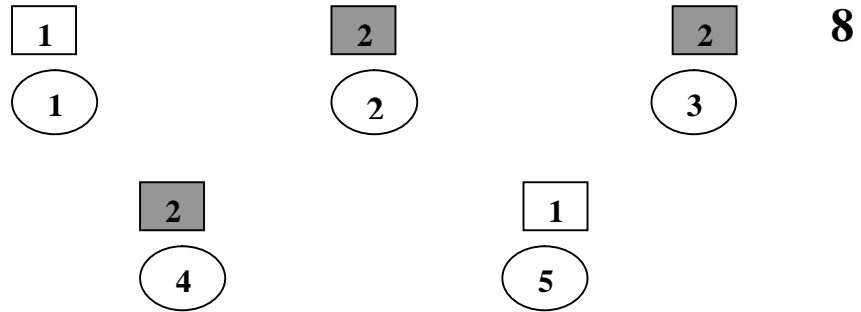


7

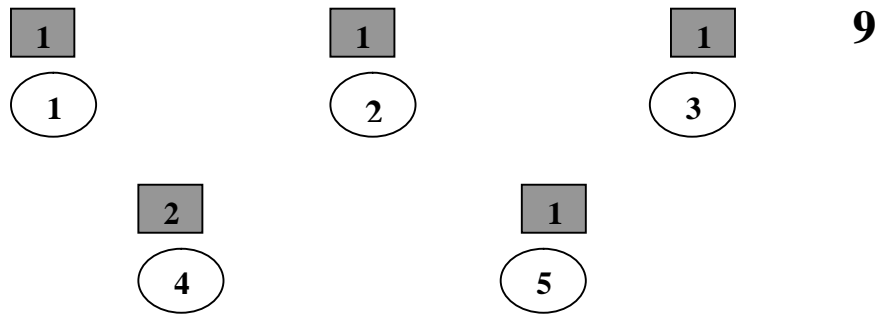




أصبح لدينا جميع العمليات متساوية في زمن التنفيذ، وعلى فرض أن المعالج الأول خصص للعملية رقم (1) وينفذ وحدة واحدة منها والمعالج الثاني خصص للعملية رقم (5) وينفذ وحدة واحدة منها .



لدينا العمليات (2,3,4) لهم أكبر زمن تنفيذ(متساوي) وعلى افتراض أن المعالج الأول خصص للعملية رقم (2) والمعالج الثاني للعملية رقم (3).



وهكذا نستمر إلى أن يتم تنفيذ جميع العمليات .

**ب - في حالة ثلاث معالجات :**

عند تطبيق خوارزمية (LPT) على ثلاث معالجات تكون النتيجة متمثلة بلوحة كرانت بالشكل التالي:

Pr1	5	5	5	5	5	5	5	F	F
Pr2	1	1	1	1	1	1	4	4	F

Pr3	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

خوارزمية (LPT)

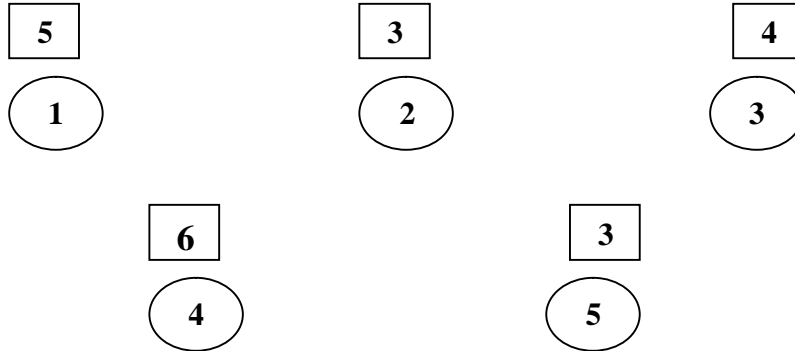
Pr1	4	4	2	2	2	2	2	2	F	F	F
Pr2	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5
Pr3	1	1	1	1	1	F	F	F	F	F	F
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

خوارزمية (SPT)

Pr1	5	5	5	5	5	5	4	4
Pr2	2	2	2	2	1	1	1	3
Pr3	1	1	3	3	3	2	2	5
	1	2	3	4	5	6	7	8

The proposed Algorithm

الحالة الثانية : تغيير أوقات التنفيذ للعمليات  
أ - في حالة معالжин :



عند تطبيق خوارزمية (LPT) على معالжин تكون النتيجة متمثلة بلوحة كرانت بالشكل التالي:

Pr1	4	4	4	4	4	4	2	2	2	5	5	5
Pr2	1	1	1	1	1	3	3	3	3	F	F	F
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

خوارزمية (LPT)

تطبيق خوارزمية (SPT) على معالжин تكون النتيجة متمثلة بلوحة كرانت بالشكل التالي:

المؤتمر العلمي الثاني للرياضيات-الإحصاء والمعلوماتية 2009/Dec./7-6  
جامعة الموصل - كلية علوم الحاسبات والرياضيات

Pr1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
Pr2	5	5	5	1	1	1	1	1	F	F	F	F	F

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

خوارزمية (SPT)

عند تطبيق الخوارزمية على معالجين تكون النتيجة متمثلة بلوحة كرانت بالشكل التالي:

Pr1	4	4	4	4	1	5	5	3	3	1	5
Pr2	1	1	3	3	2	2	1	4	4	2	F

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

The proposed Algorithm

ب - في حالة ثلاث معالجات :

عند تطبيق خوارزمية (LPT) على ثلاث معالجات تكون النتيجة متمثلة بلوحة كرانت بالشكل

التالي :

Pr1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	F
Pr2	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4
Pr3	3	3	3	3	F	F	F	F	F	F

1 2 3 4 5 6 7 8 9

خوارزمية (LPT)

عند تطبيق خوارزمية (SPT) على ثلاث معالجات تكون النتيجة متمثلة بلوحة كرانت

بالشكل التالي :

Pr1	3	3	2	2	2	2	2	2	F	F
Pr2	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Pr3	1	1	1	1	F	F	F	F	F	F

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

خوارزمية (SPT)

Pr1	4	4	4	4	4	3	3
Pr2	1	1	1	5	5	5	2
Pr3	3	3	2	2	1	1	4

1 2 3 4 5 6 7

The proposed Algorithm

النتائج :

تمت مقارنة الأمثلة للخوارزميتين في هذا البحث وكما موضح في الجدول أدنا

الحالات	طول الجدولة باستخدام خوارزمية LPT	طول الجدولة باستخدام خوارزمية SPT	طول الجدولة باستخدام الخوارزمية المقترحة
الحالة الأولى:			
أ-في حالة معالجين	13	14	12
ب-في حالة ثلاث معالجات	9	11	8
الحالة الثانية :			
أ-في حالة معالجين	12	13	11
ب-في حالة ثلاث معالجات	9	10	7

#### الاستنتاجات والتوصيات:

- 1- إن طول الجدولة للخوارزمية المقترحة أقل من طول الجدولة لخوارزمية LPT ولخوارزمية SPT .
- 2-لم تتأثر كفاءة الخوارزمية المقترحة في حالة تغيير أوقات التنفيذ للعمليات المستقلة.
- 3-نلاحظ أن ازدياد عدد المعالجات يساعد على تقليل طول الجدولة.
- 4-نوصي باستخدام الخوارزمية المقترحة في حالة إمكانية القطع للعمليات.

#### المصادر

- 1-السبعوي، احمد محمود والعبادي، محمود محمد طاهر، 2007، "خوارزمية مقترحة لجدولة المعالجات المتعددة" المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، المجلد 7، العدد 11 .

2- ألكلاك، أسراء نذير حميد (2003) "جدولة مثلى للمعالجات المتعددة" رسالة ماجستير غير

منشورة، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل

- 3- Fernandez ,E .B .and Bussel , B.(1973),"Bounds on the Number of Processors and Time for Multiprocessor Optimal Schedules", IEEE Trans.comput,Vol.C-22,No.8
- 4-Hwang, K. and Briggs, F.A. (1984), "Computer Architecture And Parallel Processing" , Mc Graw-Hill, Inc., New York
- 5- Muntz, R. R. (1969)"Optimal Preemptive Scheduling on two Processor Systems",IEEE Transaction on computing, Vol. C-18,No.11.
- 6-Peng,D. T, Shin, K.G. and Abdel Zaher ,T. F.(1997),"Assignment and scheduling Communicating Periodic Tasks in Distributed Real-Time Systems", IEEE ,Transaction on Software Engineering, Vol.23,No.12.
- 7- Oliver Sinnen ,(2007)," Task Scheduling For Parallel Systems", John Wiley , Canada
- 8-Vincent T'kindt and Jean-Charles Billaut, Translator Henry Scott ,(2006)" Multicriteria Scheduling" ,Springer , Germany.