الاسبوع التاسع عشر والعشرون

خوارزميات جدولة المعالج
CPU Scheduling Algorithms

1- خوارزمية جدولة خدمة الواصل أول أولا (First-Come, First-Served) ومختصرها (FCFS):

فلسفة هذه الطريقة تعتمد على من تصل أولا من العمليات إلى الطابور الجاهز ready queue هي من تدخل أولاً وحدة المعالجة المركزية ، وهي تعتبر من الجدولة غير الوقائية (Non-preemptive) أي أن هذه العملية لا تخرج من وحدة المعالجة المركزية إلا بعد انتهائها من التنفيذ ، من ميزاتها أن الـ (overhead) قليل جداً وأنها عادلة وتعتبر بطيئة لأنها قد تحتاج إلى وقت كبير لتنتهي من عملياتها . وتعتبر من نوع بيئة الجدولة في أنظمة الدفعات.

مثال 1 :

احسب :-

1- معدل الوقت الدوري Turnaround time (T.A.T) .

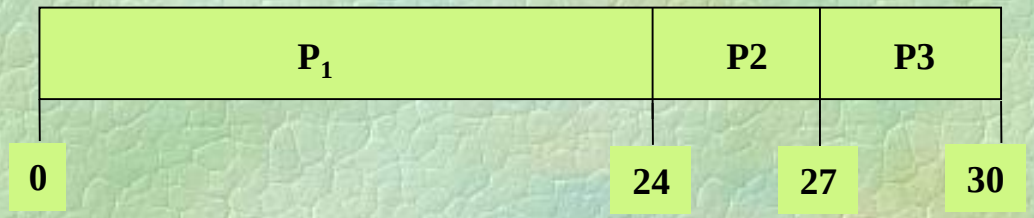
2- معدل زمن الانتظار (W.T.) .

Process العملية	Execution time وقت التنفيذ
P1	24
P2	3
P3	3

ملاحظة:

إذا لم يذكر زمن الوصول (Arrival time) في السؤال فيعتبر زمن وصول جميع العمليات إلى النظام في الوقت (0) .

الحل: لغرض حساب المطاليب أعلاه يجب رسم مخطط جانت (Gantt chart) كما في أدناه :



مخطط جانت

مثال 2 :

Process العملية	Arrival time زمن الوصول	Execution time وقت التنفيذ
P1	0	10
P2	0	1
P3	2	2
P4	3	1
P5	5	5

احسب :-

1- معدل الوقت الدوري Turnaround time (T.A.T) .

2- معدل زمن الانتظار W.T.

مثال 3 :

Process العملية	Execution time وقت التنفيذ
P2	3
P3	3
P1	24

احسب :-

1.معدل الوقت الدوري Turnaround time (T.A.T) .

2.معدل زمن الانتظار W.T.

الحل:

P_2	P3	P1

0 3 6 30

مخطط جانت

ملاحظة :

من خلال حل المثال 1 والمثال 3 نلاحظ ظهور مشكلة وكما في المثال 1 وتعتبر من عيوب هذه الخوارزمية ويطلق عليها (Convoy Effect) وتتضمن بان العملية التي وقت تنفيذها (Execution time) قصير جداً تنتظر لفترة طويلة للحصول على المعالج إذا كان زمن وصولها إلى النظام بعد عملية وقت تنفيذها طويل جداً .

مثال 4 :

احسب :-

1.معدل الوقت الدوري Turnaround time (T.A.T) .

2.معدل زمن الانتظار (W.T.) .

Process العملية	Arrival time زمن الوصول	وقت التنفيذ Execution time
P1	3	24
P2	5	3
P3	10	3

2- خوارزمية جدولة الوظيفة الأقصر أولا (Shortest-Job First) ومختصرها (SJF):

تأتي كل عملية مصاحبة للوقت الذي تحتاجه للتنفيذ ويتم اختيار العملية ذات الوقت الأقصر. وتنقسم إلى نوعين :

2- أ) نوع الجدولة غير الوقائية Non-preemptive

يتم اختيار العملية ذات الوقت الأقصر من طابور الجاهز (Ready queue) ويمنح لها المعالج لغرض التنفيذ ولا يقطع تنفيذها إلا بعد انتهاء وقت التنفيذ ، وبمعنى آخر أن تنفيذ العملية يتم في مرحلة واحدة . وتعتبر من نوع بيئة الجدولة في أنظمة الدفعات.

فوائد الخوارزمية : زيادة في الإنتاجية ، كما إن العملية ذات وقت تنفيذ قصير يتم تنفيذها بشكل أسرع على عكس خوارزمية (FCFS) حتى ولو كان دخولها إلى النظام خلف عملية ذات وقت تنفيذ أطول . تعطي هذه الخوارزمية أصغر معدل زمن انتظار ممكن (خوارزمية مثلى) .

مساوئ الخوارزمية : إن الـ (overhead) يكون أعلى مما عليه في (FCFS) . عدم معرفة المستخدم بالوقت الذي تحتاجه كل عملية للتنفيذ ، قد يعطي المستخدم وقتاً قصيراً للتنفيذ في البداية في حين أن العملية تستغرق وقتاً أطول وفي هذه الحالة تفشل هذه الخوارزمية ولم تعمل بشكل صحيح ، لذا فمن المفروض وجود مؤقت . ولحل هذه المشكلة تم وضع خوارزمية أخرى وهي (SRT) والتي يتم شرحها لاحقاً .

مثال 1:

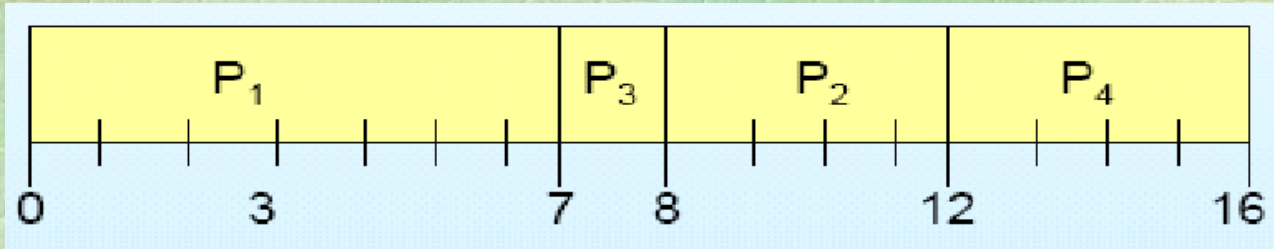
Process العملية	Arrival time زمن الوصول	Execution time وقت التنفيذ
P1	0	7
P2	2	4
P3	4	1
P4	5	4

احسب :-

1- معدل الوقت الدوري (T.A.T) Turnaround time .

2- معدل زمن الانتظار (W.T.).

الحل:



مخطط جانت

مثال 2: واجب بيتي

Process العملية	Arrival time زمن الوصول	Execution time وقت التنفيذ
P1	1	6
P2	1	3
P3	3	1
P4	3	4

احسب :-

1- معدل الوقت الدوري Turnaround time (T.A.T) .

2- معدل زمن الانتظار(.W.T).

مثال 3: واجب بيتي

Process العملية	Arrival time زمن الوصول	Execution time وقت التنفيذ
P1	1	6
P2	1	3
P3	12	1
P4	12	4

احسب :-

1- معدل الوقت الدوري Turnaround time (T.A.T) .

2- معدل زمن الانتظار (W.T.) .

2- ب) نوع الجدولة الوقائية (preemptive) :

ويطلق على هذه الخوارزمية بالوقت المتبقي الأقصر(Shortest Remaining Time) ومختصرها SRT.

مبدأ عملها أن العملية ذات وقت تنفيذ أقصر من الوقت المتبقي لتنفيذ العملية الحالية لا تنتظر إطلاقاً ، بمعنى آخر أن العملية الحالية يتم قطع تنفيذها وإدخال العملية الجديدة إلى وحدة المعالج المركزية ، تعتبر هذه الخوارزمية الأمثل لأنها تعطي أقل قيمة لمعدل زمن انتظار لمجموعة من العمليات. تنفيذ العملية الواحدة ربما يكتمل في أكثر من مرحلة على عكس النوع (أ) أعلاه . وتعتبر من نوع بيئة الجدولة في أنظمة الدفعات.

فوائد الخوارزمية :

زيادة إنتاجية للنظام .

المساويء :

حصول (overhead) عالي جداً ، أعلى مما عليه في النوع (أ) أعلاه .

مثال 1:

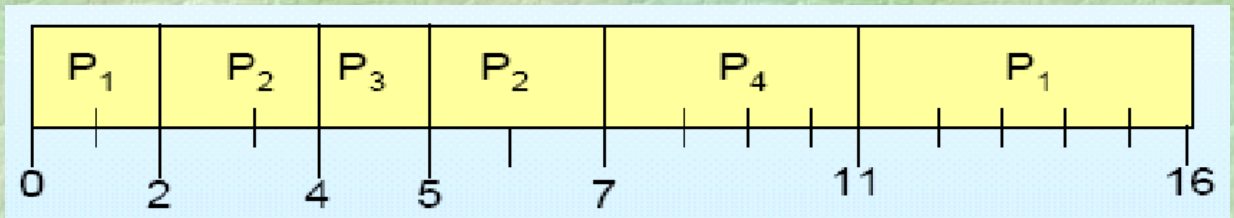
Process العملية	Arrival time زمن الوصول	Execution time وقت التنفيذ
P1	0	7
P2	2	4
P3	4	1
P4	5	4

احسب :-

1- معدل الوقت الدوري Turnaround time (T.A.T) .

2- معدل زمن الانتظار (.W.T) .

الحل:



مخطط جانت

مثال 2: واجب بيتي

Process العملية	Arrival time زمن الوصول	Execution time وقت التنفيذ
P1	0	8
P2	1	4
P3	2	2
P4	3	1

احسب:

1- معدل الوقت الدوري Turnaround time (T.A.T) .

2- معدل زمن الانتظار (W.T.) .

باستخدام **خوارزمية(جدولة الوظيفة الأقصر أولاً) ومن نوع**

1- الجدولة الوقائية

2-الجدولة غير الوقائية

3- خوارزمية جدولة حسب الأفضلية (Priority Scheduling):

خواص الخوارزمية:

- لها نوعين من الجدولة (الجدولة الوقائية والجدولة غير الوقائية) .
- يتم تحديد الأفضلية للعملية إما داخلياً أو خارجياً .

داخلياً: الصفات التي تحدد على أساسها الأفضلية هي (الوقت المستغرق في التنفيذ ، احتياجات الذاكرة ، عدد الملفات المستخدمة) .

خارجياً: المعايير التي يتم تحديد الأفضلية هي (أهمية تنفيذ العملية ،كمية المال المدفوع لاستعمال حاسبة) .

- رقم الأفضلية للعملية إما أن يكون ثابت (Static) أو غير ثابت (Dynamic) .
- إذا لم يتم تحديد الأفضلية في منطوق السؤال فيكون الرقم ذو القيمة الأقل هو صاحب الأفضلية الأعلى .
- تعاني هذه الخوارزمية من مشكلة (الموت جوعاً Starvation) وهي إن العمليات ذات الأفضلية المنخفضة لا تنفّذ أبداً بسبب وجود عمليات عالية الأفضلية في التنفيذ ، **والحل** إن العمليات ذات الأفضلية المنخفضة كلما زاد وقتها في الانتظار كلما زادت أفضليتها بشكل تدريجي حتى لا تهمل مع الوقت ولا يتم تنفيذها ، وهذا الأسلوب يطلق عليه بتقنيـة التقـادم (Aging) وبذلك تم تحويل الأفضلية من النوع الثابت إلى غير ثابت .
- صعبة البرمجة.
- الخوارزمية التي تعطي أقل معدل زمن انتظار على الإطلاق .
- وتعتبر من نوع بيئة الجدولة في الأنظمة التفاعلية.

مثال 1:

Process العملية	Execution time وقت التنفيذ	الأفضلية Priority
P1	5	4
P2	4	2
P3	3	1
P4	1	3

احسب باستخدام الجدولة غير الوقائية :-

1. معدل الوقت الدوري Turnaround time (T.A.T) .
2. معدل زمن الانتظار (W.T.) .

الحل:

P3	P2	P4	P1

0 3 7 8 13

مخطط جانت

مثال 2:

العملية Process	Arrival time زمن الوصول	وقت التنفيذ Execution time	الأفضلية Priority
P1	0	100	3
P2	0	10	1
P3	0	300	3
P4	0	60	5
P5	80	150	4

الرقم الأعلى يمثل الأفضلية الأعلى
احسب باستخدام الجدولة الوقائية
والجدولة غير الوقائية :-
1- معدل الوقت الدوري
Turnaround time (T.A.T) .
2- معدل زمن الانتظار.

الحل:

باستخدام الجدولة غير الوقائية:

P4	P1	P5	P3	P2

0 60 160 310 610 620

باستخدام الجدولة الوقائية :

P4	P1	P5	P1	P3	P2

0 60 80 230 310 610 620

مثال3:

احسب باستخدام الجدولة الوقائية والجدولة غير الوقائية :-

1- معدل الوقت الدوري Turnaround time (T.A.T) .

2- معدل زمن الانتظار (W.T.) .

Process العملية	Arrival time زمن الوصول	Execution time وقت التنفيذ	الأفضلية Priority
P1	0	10	4
P2	1	1	1
P3	2	3	3
P4	3	1	2

4- خوارزمية راوند روبن للجدولة (Round-Robin Scheduling) :

خواص الخوارزمية:

- صممت هذه الخوارزمية لتخدم خصيصاً نظام المشاركة الزمنية (Time Sharing) .
- تعطى لكل عملية وقت محدد من الزمن للتنفيذ داخل وحدة المعالجة المركزية (CPU) ويسمى هذا الوقت بالشريحة الزمنية (Time quantum) أو (Time slice).
- تشبه خوارزمية القادم أولا يخدم أولا (FCFS) ولكن من نوع الجدولة الوقائية بحيث هناك وقت محدد لتنفيذ العملية داخل وحدة المعالجة المركزية (CPU) .
- يتم استخدام طابور جاهز(Ready queue) من النوع الدائري(Circular) بحيث كلما ينتهي وقت الشريحة الزمنية فان العملية الحالية تخرج من التنفيذ إلى نهاية الطابور لغرض إنهاء تنفيذها في مرحلة أخرى .
- إذا كانت قيمة وقت تنفيذ العملية أقل من وقت الشريحة الزمنية فان التنفيذ يأخذ وقت العملية .
- إذا ضاعفنا قيمة الشريحة الزمنية (قيمة كبيرة) فان الخوارزمية تسلك سلوك خوارزمية القادم أولا يخدم أولا (FCFS).
- إذا قللنا قيمة الشريحة الزمنية (قيمة صغيرة جدا) فسيضيع وقت وحدة المعالجة المركزية وتزيد حالات التحويل أو خزن السياقات (Context Switches) وهذه الحالة تعتبر هدر في وقت وحدة المعالجة المركزية.
- ربما تنفيذ العملية الواحدة ينتهي في أكثر من مرحلة إذا كان وقت التنفيذ اكبر من وقت الشريحة الزمنية - وتعتبر من نوع بيئة الجدولة في الأنظمة التفاعلية.

مثال1:

Process العملية	Execution time وقت التنفيذ
P1	53
P2	17
P3	68
P4	24

احسب:

1- معدل الوقت الدوري Turnaround time (T.A.T) .

2- معدل زمن الانتظار (W.T.) . علما أن قيمة الشريحة الزمنية = 20

الحل:

P_1	P2	P3	P4	P1	P3	P4	P1	P3	P3

0 20 37 57 77 97 117 121 134 154 162

مثال2:

Process العملية	Arrival time زمن الوصول	Execution time وقت التنفيذ
P1	0	53
P2	10	17
P3	25	68
P4	40	24

احسب:

1- معدل الوقت الدوري Turnaround time (T.A.T) .

2- معدل زمن الانتظار (W.T.) .

علماً أن قيمة الشريحة الزمنية = 20

الحل:

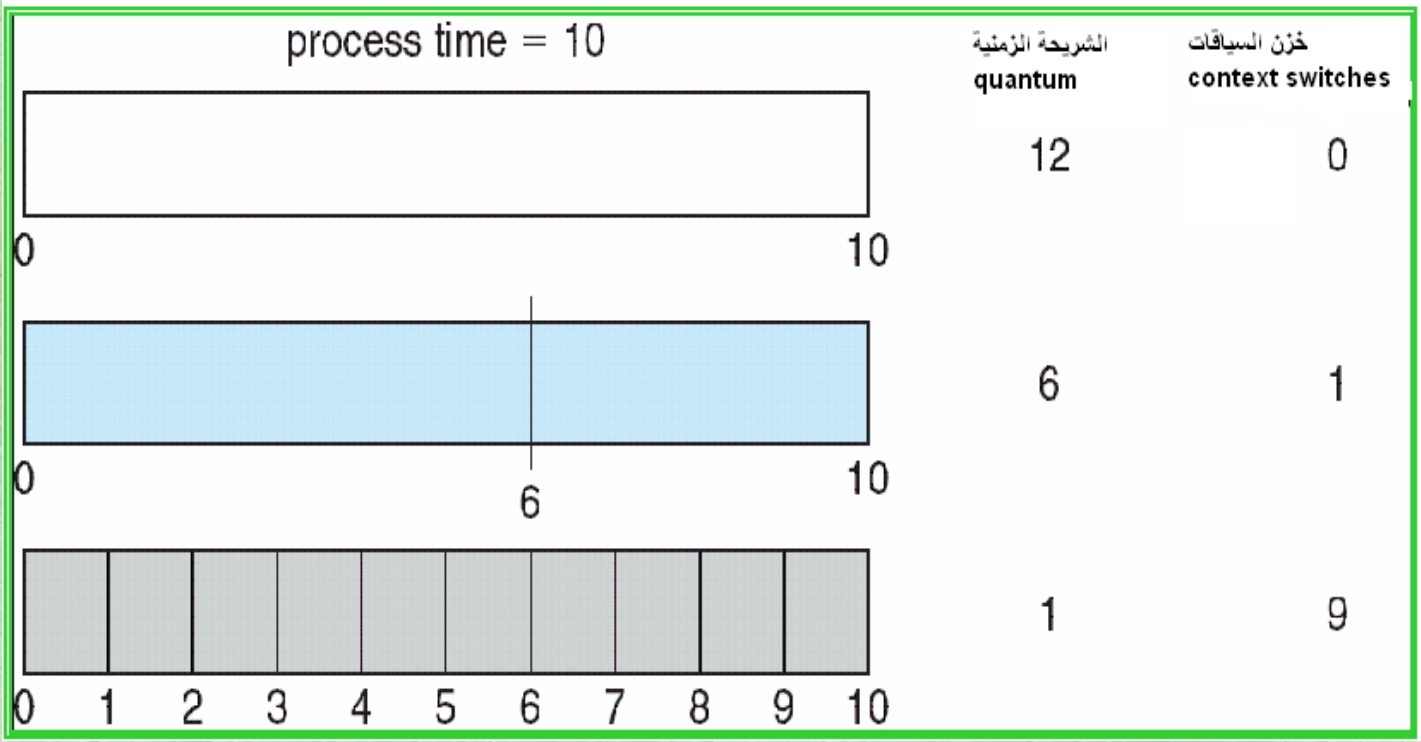
P_1	P2	P1	P3	P4	P1	P3	P4	P3	P3

0 20 37 57 77 97 110 130 134 154 162

علاقة وتأثير قيمة الشريحة الزمنية للعملية بعدد حالات خزن السياقات لوحدة المعالجة المركزية:

مثال : عملية زمن تنفيذها (10ملي ثانية) احسب عدد خزن السياقات عندما تكون قيمة الشريحة الزمنية (1 ، 6 ، 12) ملي ثانية .

الحل:



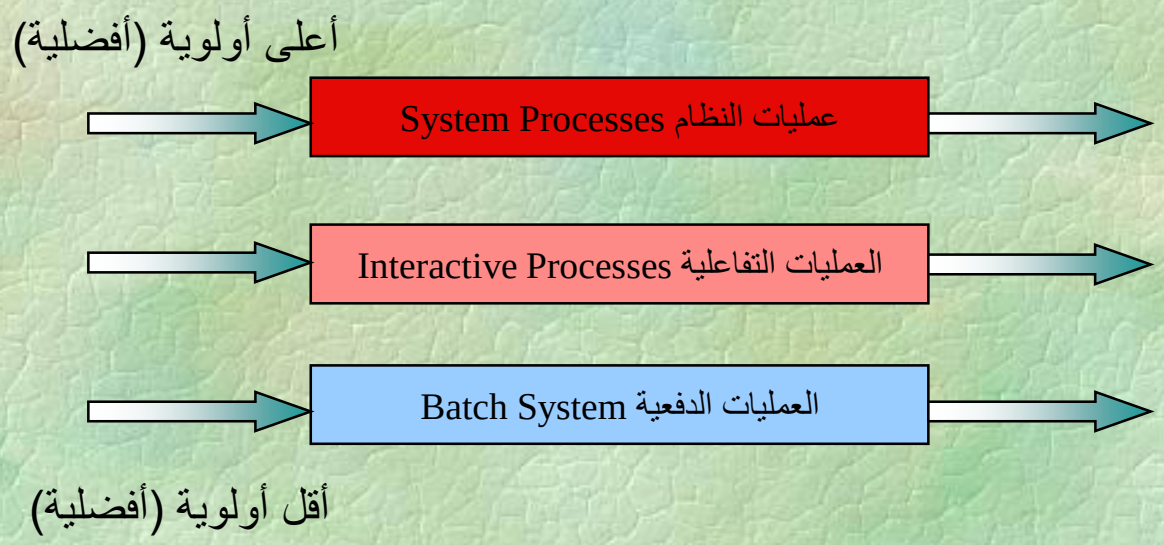
5- خوارزمية الجدولة بالطوابير (Queue Scheduling):

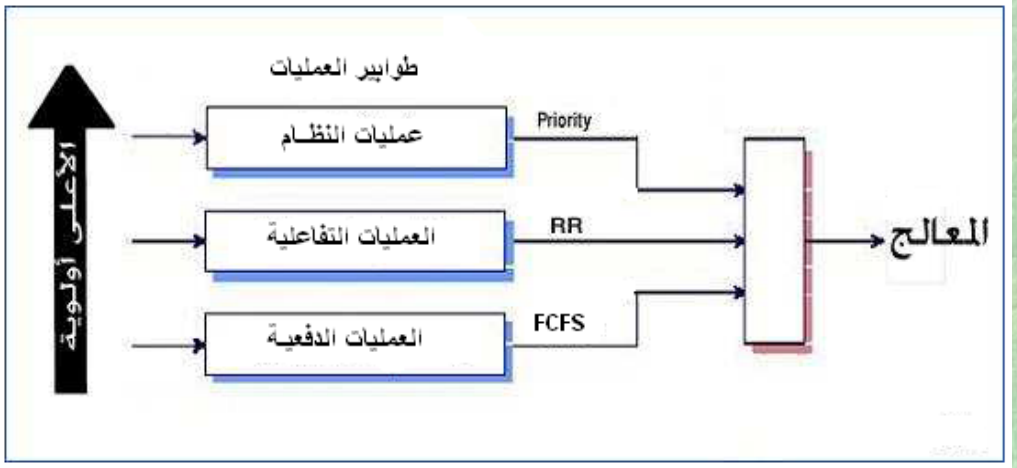
يمكن تصنيف هذه الجدولة إلى نوعين من الخوارزمية:

5- أ) خوارزمية جدولة طابور متعدد المستويات (Multilevel Queue):

خواص الخوارزمية:

1- تقوم هذه الخوارزمية بتقسيم طابور الجاهز (Ready queue) إلى عدة طوابير مختلفة.
2- يكون كل طابور مخصص لعملية خاصة مثل (العمليات الدفعية Batch processes ، عمليات النظام System processes ، العمليات التفاعلية Interactive processes ، .. الخ) ويكون لكل طابور خوارزمية لجدولة العمليات التي بداخله . والشكل (33) يوضح هذه الخوارزمية .





الشكل (33) طابور جاهز مقسّم إلى ثلاثة طوابير

3- يتم إسناد العملية إلى الطابور اعتماداً على بعض صفات العملية نفسها أو معايير منها :

1- حجم الذاكرة 2- أولوية العملية 3- نوع العملية

4- لا تستطيع العملية الانتقال إلى طابور آخر من طوابير الجاهز(Ready queue).

5- يقلل من الـ overhead . (من محاسن الخوارزمية)

6- سرعة الاستجابة . (من محاسن الخوارزمية)

خوارزمية الجدولة بين الطوابير:

الجدولة المقصودة تكون بين الطوابير وليس المقصود بالجدولة بين العمليات داخل كل طابور ، فتتبع إحدى الطريقتين التاليتين :

1- الأولوية الثابتة (Fixed Priority):

يحدد لكل طابور أولوية ثابتة فيبدأ بتنفيذ العمليات الموجودة داخل الطابور صاحب الأولوية الأعلى وإذا انتهى من جميع عملياته ينتقل إلى الطابور الذي يليه بالأولوية وهكذا ، ولكن هذه الطريقة تسبب مجاعة Starvation أي أن العمليات الموجودة داخل الطابور صاحب الأولوية الدنيا تتأخر كثيرا بالتنفيذ حيث تنتظر إلى أن تنتهي جميع العمليات التابعة للطوابير الأعلى أولوية .

2- تقسيم الوقت (Time slice):

يحدد مقدار ثابت (مثلا 5 ثوان) فيعطى الطابور الأول هذا المقدار من وقت المعالج ثم ينتقل التنفيذ إلى الطابور الذي يليه ويعطى هذا المقدار المحدد وهكذا ، أي أن وقت المعالج يقسم بين هذه الطوابير .

مساوئ وعيوب الخوارزمية :

1- غير مرنة لا يمكن للعملية التنقل بين الطوابير .

2- حصول المجاعة starvation .

5- ب) خوارزمية جدولة طابور متعدد المستويات مع إمكانية التنقل (Multilevel Feedback Queue):

تطابق فكرة طابور متعدد المستويات أي أن طابور الجاهز يقسم إلى عدة طوابير إلا أن العملية تستطيع الانتقال من طابور إلى آخر عند عدم اكتمال تنفيذها ، بحيث تعطى لكل طابور درجة أولوية محددة كما أن كل طابور يتبع خوارزمية للجدولة . هذه الخوارزمية تحتاج إلى عدد من المتغيرات :

1- عدد الطوابير .
2- طريقة جدولة كل طابور .
3- متى تنتقل العملية إلى طابور ذات أولوية أدنى .
4- اختيار الطابور التي تدخل فيه العملية .

ميزات الخوارزمية :

إمكانية انتقال العملية من طابور إلى طابور آخر لإكمال تنفيذها مما يجعل من الخوارزمية فرصة لتنفيذ العملية التي وقت تنفيذها قصير وبمعنى آخر عدم حصول مشكلة المجاعة (. (starvation

مثال 1 :

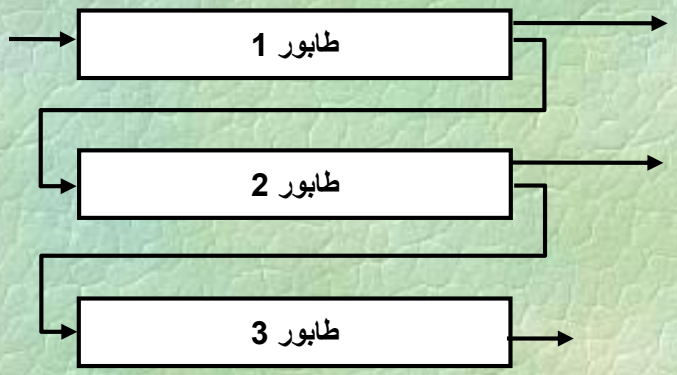
ثلاثة طوابير :

الطابور الأول (Q1) – الشريحة الزمنية هي (8) ملي ثانية .

الطابور الثاني (Q2) – الشريحة الزمنية هي (16) ملي ثانية .

الطابور الثالث (Q3) – القادم أولا يخدم أولا FCFS .

الحل:



يُعطَى العملية شريحة زمنية 8 ملي ثانية.

إذا لم تنتهي يُعطى في المرة القادمة 16 ملي ثانية.

إذا لم تنتهي أيضاً يوضَع في طابورFCFS .

لا تُنفذ العمليات في طابور 2 إلا بعد انتهاء العمليات في طابور 1.

لا تُنفذ العمليات في طابور 3 إلا بعد انتهاء العمليات في طابور 1 و 2.

الفائدة: زمن استجابة صغير مع تقليل الزمن الضائع بسبب التبديل .

اسئلة اختبارية :

س1: خوارزمية جدولة خدمة الواصل أول أولا FCFS تعتبر من الجدولة 0000 ومن مميزاتها ان الـ Overhead 0000000

س2: من عيوب خوارزمية FCFS ظهور مشكلة ويطلق عليها بـ 000000000

س3: رقم الافضلية للعملية في خوارزمية جدولة حسب الافضلية اما ان تكون 00000 او 00000

س4: تعاني خوارزمية جدولة حسب الافضلية من مشكلة 0000 والحل يكون باستخدام تقنية 0000

س5: خوارزمية راوند روبن لجدولة العمليات تستخدم طابور جاهز من النوع 000000

س6: اذا كانت قيمة الشريحة الزمنية لخوارزمية راوند روبن 0000جدا فانها تسلك سلوك خوارزمية 00000 واذا كانت القيمة 0000000 جدا فتزيد خزن السياقات .