

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی برق

تمرین سری دوم درس سیستم های نهفته بی درنگ
طراحی نرم افزار شبیه ساز RealTime Scheduling

دانشجو:

سیدسعید جزائری شوشتری

۹۸۱۰۴۸۸۵

استاد درس:

دکتر ایمان غلامپور

بهار ۱۴۰۱

۱ مقدمه

نرم افزار تولید شده به زبان Python قابلیت دریافت تعداد دلخواه Task با Profile کاملاً دلخواه را دارد. برنامه توانایی Scheduling با هر دو الگوریتم RM و EDF را دارد که در ادامه به تمام این موارد میپردازیم. نرم افزار در حالت Uni-Processor برنامه ریزی میکند.

۲ نحوه بکارگیری

در ابتدای اجرای برنامه درخواست میشود که تعداد Task که لازم است برنامه ریزی شوند را وارد کنید:

```
Please Enter Number of Input Tasks:
5
```

پس از اینکه تعداد وارد میشود (در این مثال ۵) برنامه به همین تعداد از ما پروفایل تسک های ورودی ها را درخواست میکند. همانطور که از تصویر زیر واضح است باید برای هر تسک به ترتیب سه عدد وارد شود که این اعداد Period Deadline، Time، Execution میباشد:

```
Enter Task 1 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
2 10 10
Enter Task 2 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
6 24 24
Enter Task 3 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
3 15 15
Enter Task 4 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
5 50 50
Enter Task 5 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
4 20 20
```

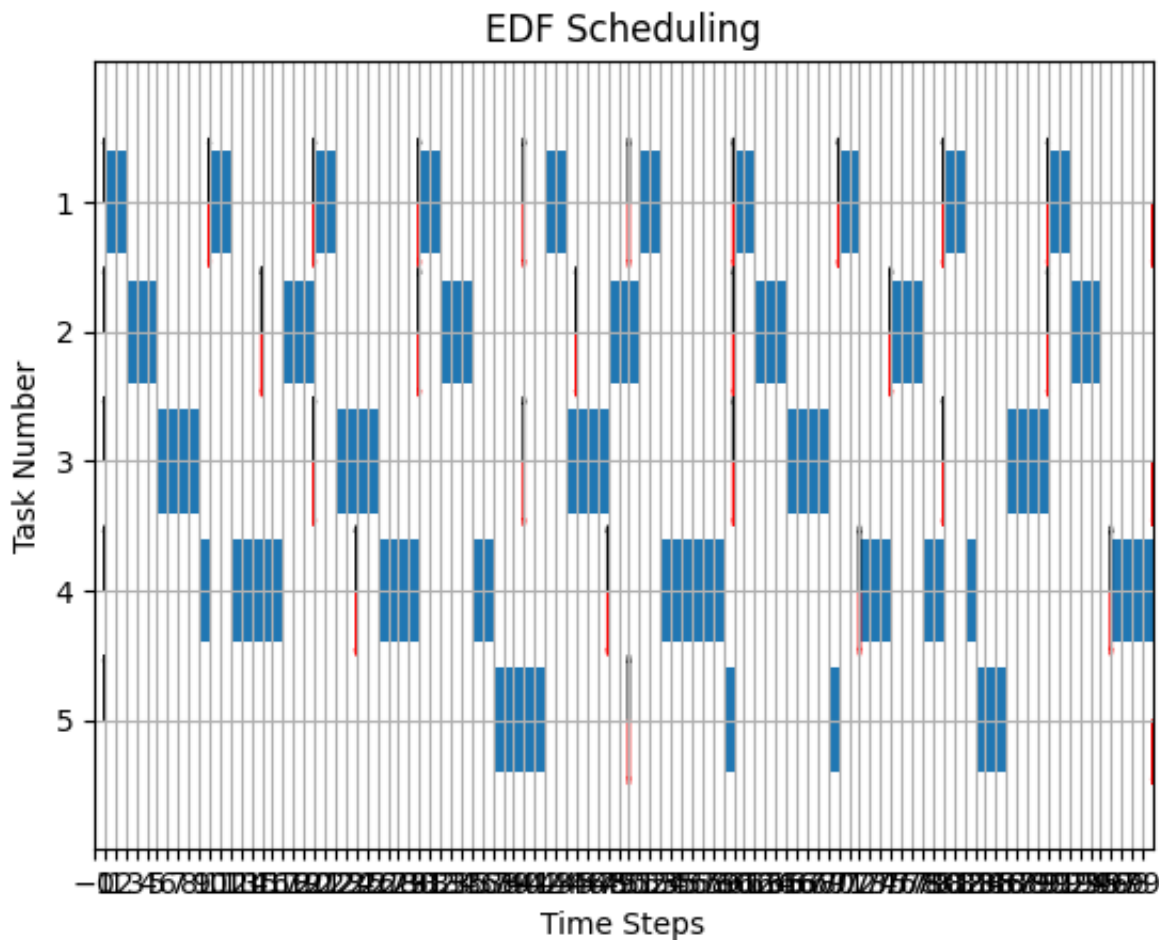
پس از این برنامه از ما میخواهد که نحوه Scheduling را بین دو الگوریتم RM و EDF انتخاب کنیم:

```
Please Choose Number Of Scheduling Type: 1)RM 2)EDF 2
```

که ما عدد ۲ را وارد کرده ایم. پس از تکمیل مواردی که برنامه برای پردازش نیاز دارد به ما دو خروجی میدهد. یک خروجی به صورت متن در Terminal بوده که کلیات تحلیل را نشان میدهد:

```
#####
U_bound = 1
Utilization = 0.95
Scheduling Prediction: Schedulable!
#####
```

همینطور Scheduling ای که انجام داده است را برای ما ترسیم میکند:



در صورتی که تصویر فوق از کیفیت مطلوب برخوردار نیست، تسک فوق را در برنامه اجرا کنید تا تصویر با کیفیت بالا و قابلیت زوم را مشاهده کنید.

۳ آزمون و مثال

در این بخش به بررسی چند مثال در حالت های مختلف و نتایج مختلف میپردازیم.

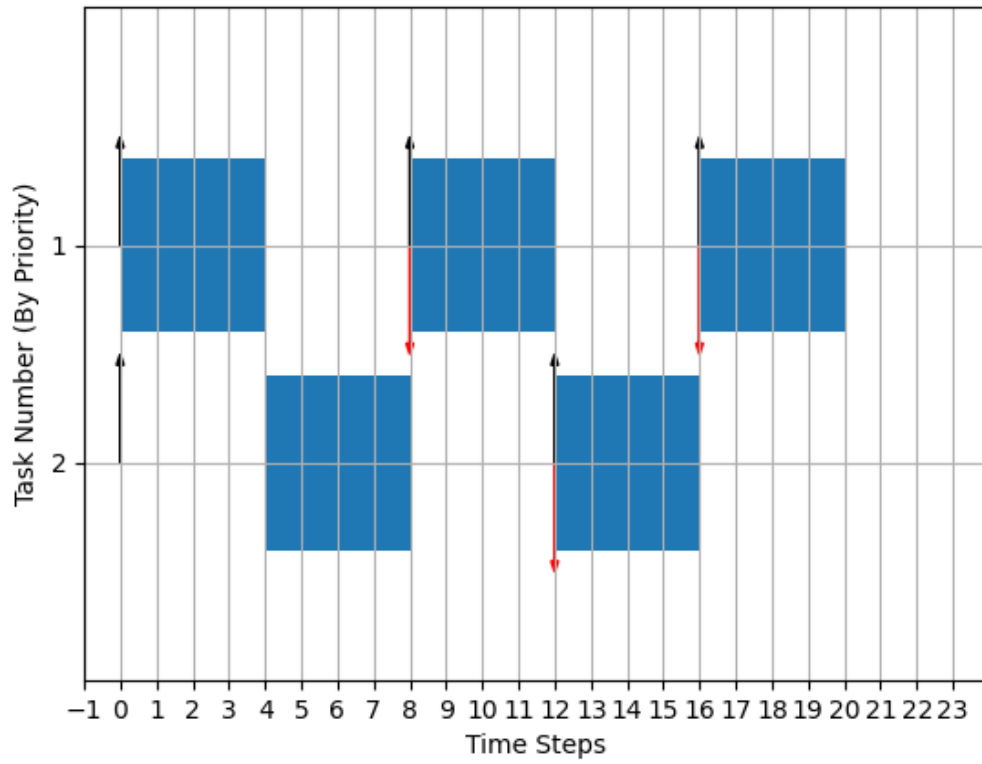
۱. مثال ساده

تسک زیر را در با هر دو الگوریتم EDF و RM بررسی میکنیم:

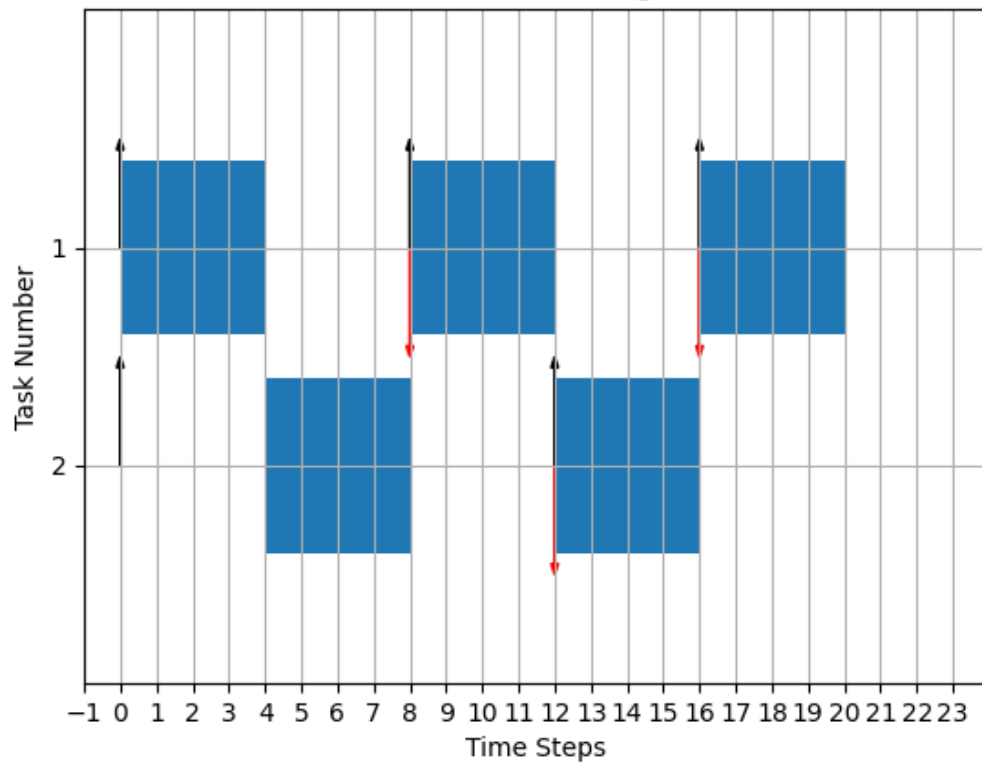
```
Please Enter Number of Input Tasks: 2
Enter Task 1 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
4 8 8
Enter Task 2 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
4 12 12
```

خروجی ها:

RM FP Scheduling



EDF Scheduling

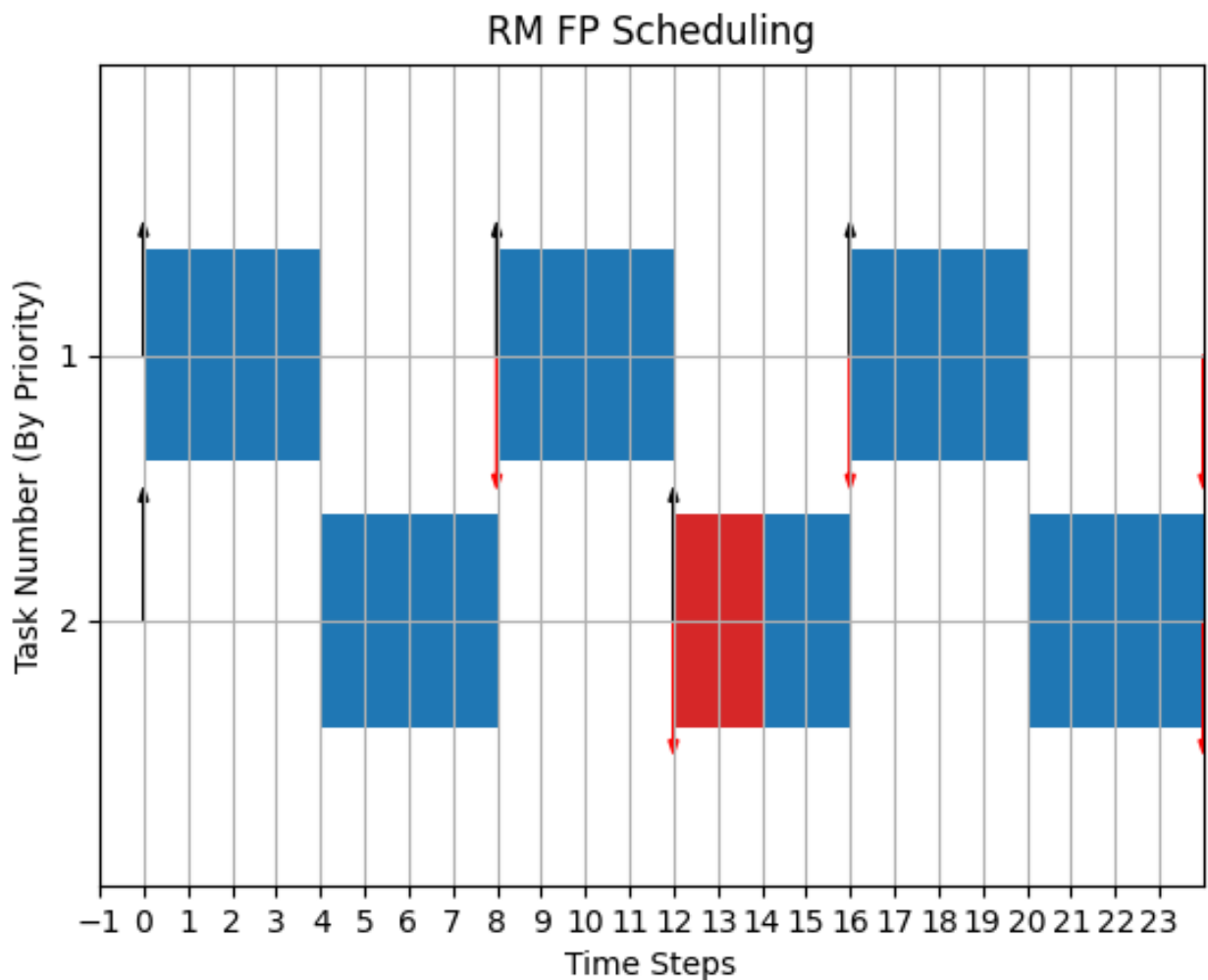


۲. مثالی که در یک حالت schedulable نباشد:

تسک زیر را در هر دو الگوریتم EDF و RM بررسی میکنیم:

```
Please Enter Number of Input Tasks: 2
Enter Task 1 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
4 8 8
Enter Task 2 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
6 12 12
```

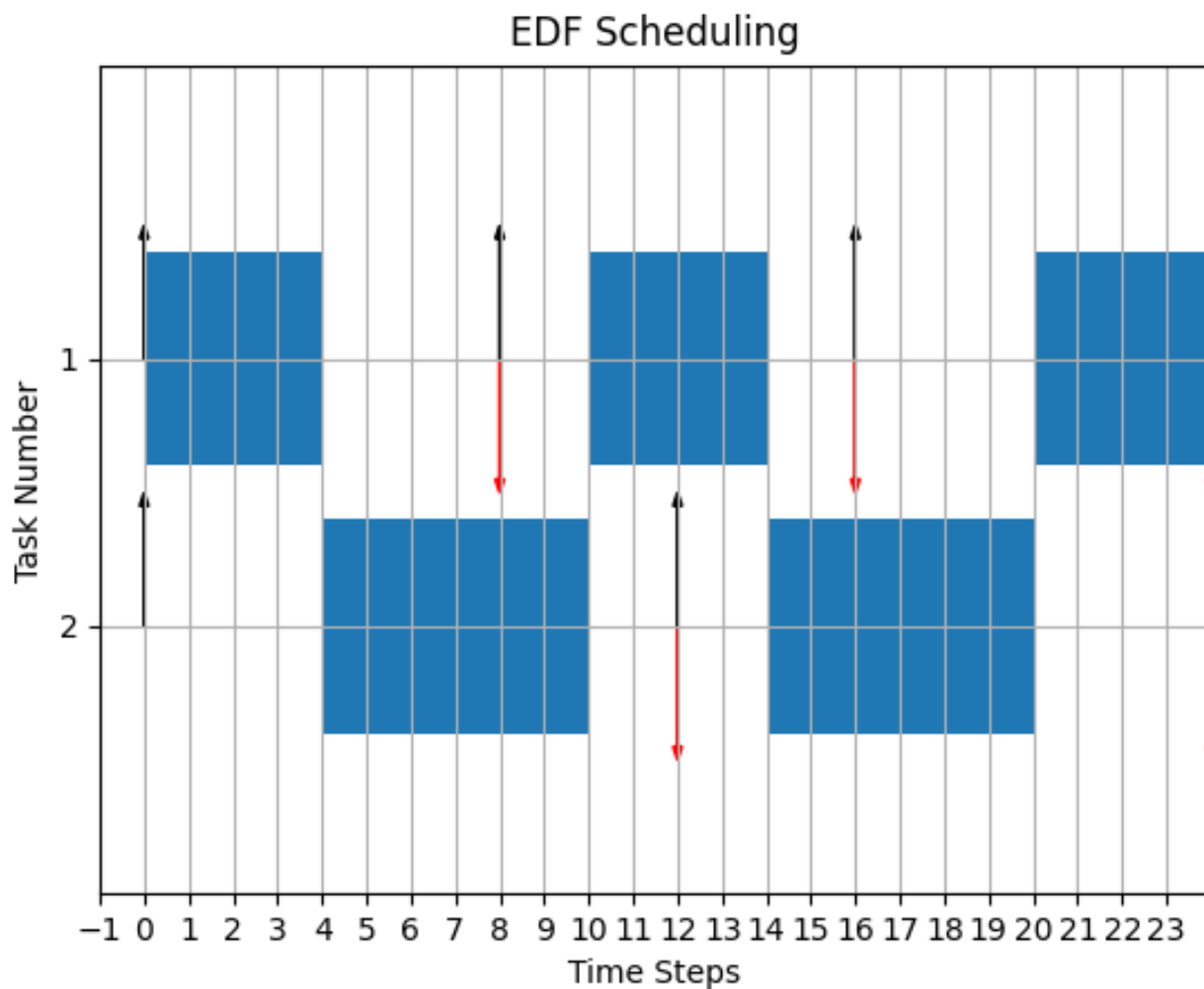
خروجی های RM:



```
#####
U bound = 0.8284271247461903
Utilization = 1.0
Scheduling Prediction: We Dont Know!
It's Not Schedulable!!! See The Output:
#####
```

واضح است که job اول تسک دوم نتوانسته پیش از ددلاین به پایان برسد و قسمتی از خودش را پس از ددلاین انجام

داده است که با رنگ قرمز نیز مشخص شده است. در خروجی اسکریپت نیز نوشته شده است که این تسک ها با الگوریتم RM قابل برنامه ریزی نیستند.
خروجی های EDF:



```
#####
U_bound = 1
Utilization = 1.0
Scheduling Prediction: Schedulable!
#####
```

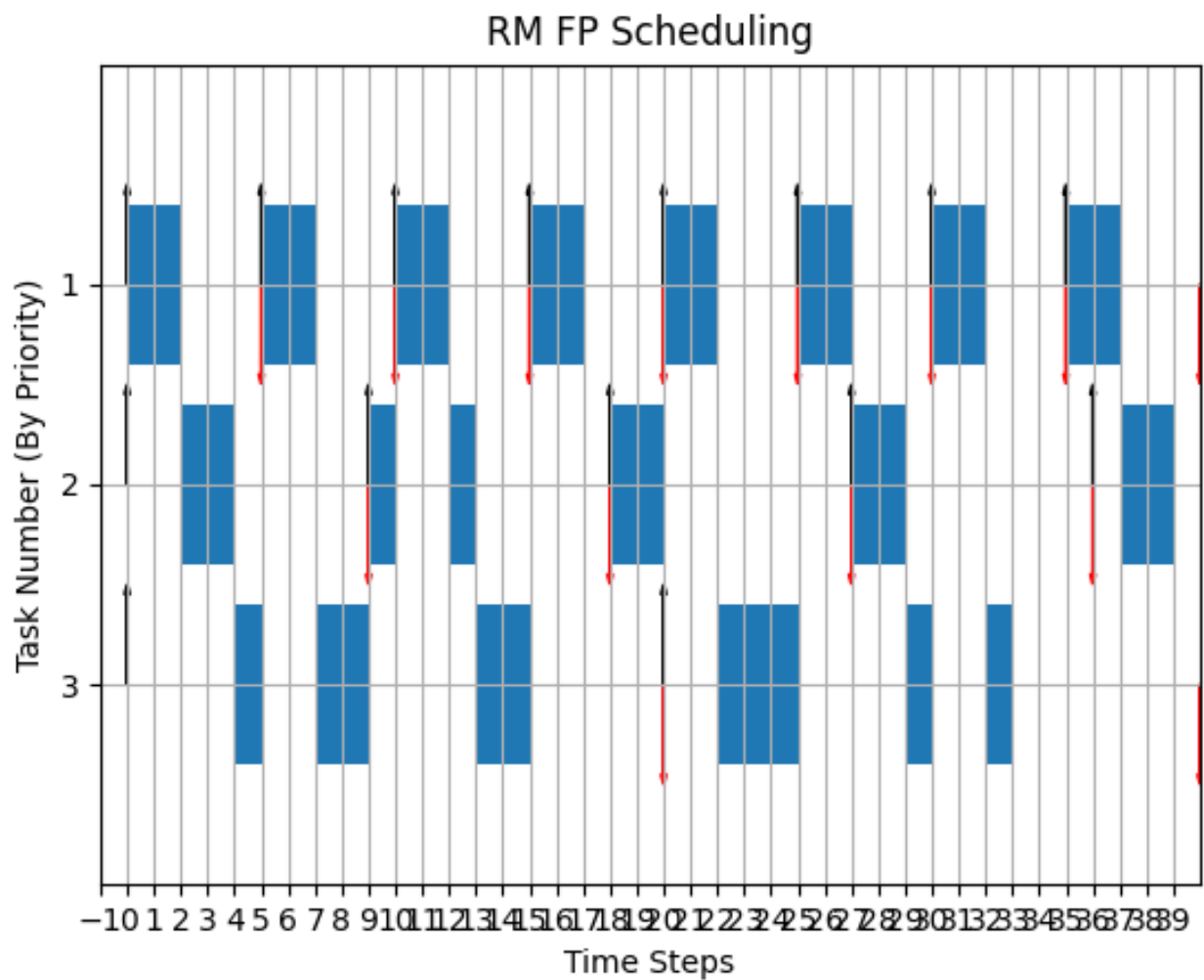
واضح است که با استفاده از الگوریتم EDF تسک ها قابل برنامه ریزی هستند. به لحظه $t = 8$ دقت کنید. این بار در این لحظه با وجود اینکه job بعدی تسک اول آمده اما چون ددلاین job اول تسک دوم نزدیک تر است به ادامه همین task پرداخته شده که باعث شده در مجموع این قابل برنامه ریزی باشد. واضح است که خروجی اسکریپت نیز با بررسی U-bound و مقایسه اش با Utilization متوجه شده که این قابل برنامه ریزی است و این پیغام را چاپ کرده است.

۳. مثالی که یک تسک چند مرحله Pre-emptive میشود:

تسک زیر را در با هر دو الگوریتم EDF و RM بررسی میکنیم:

```
#####
U_bound = 1
Utilization = 1.0
Scheduling Prediction: Schedulable!
#####
```

خروجی های RM:

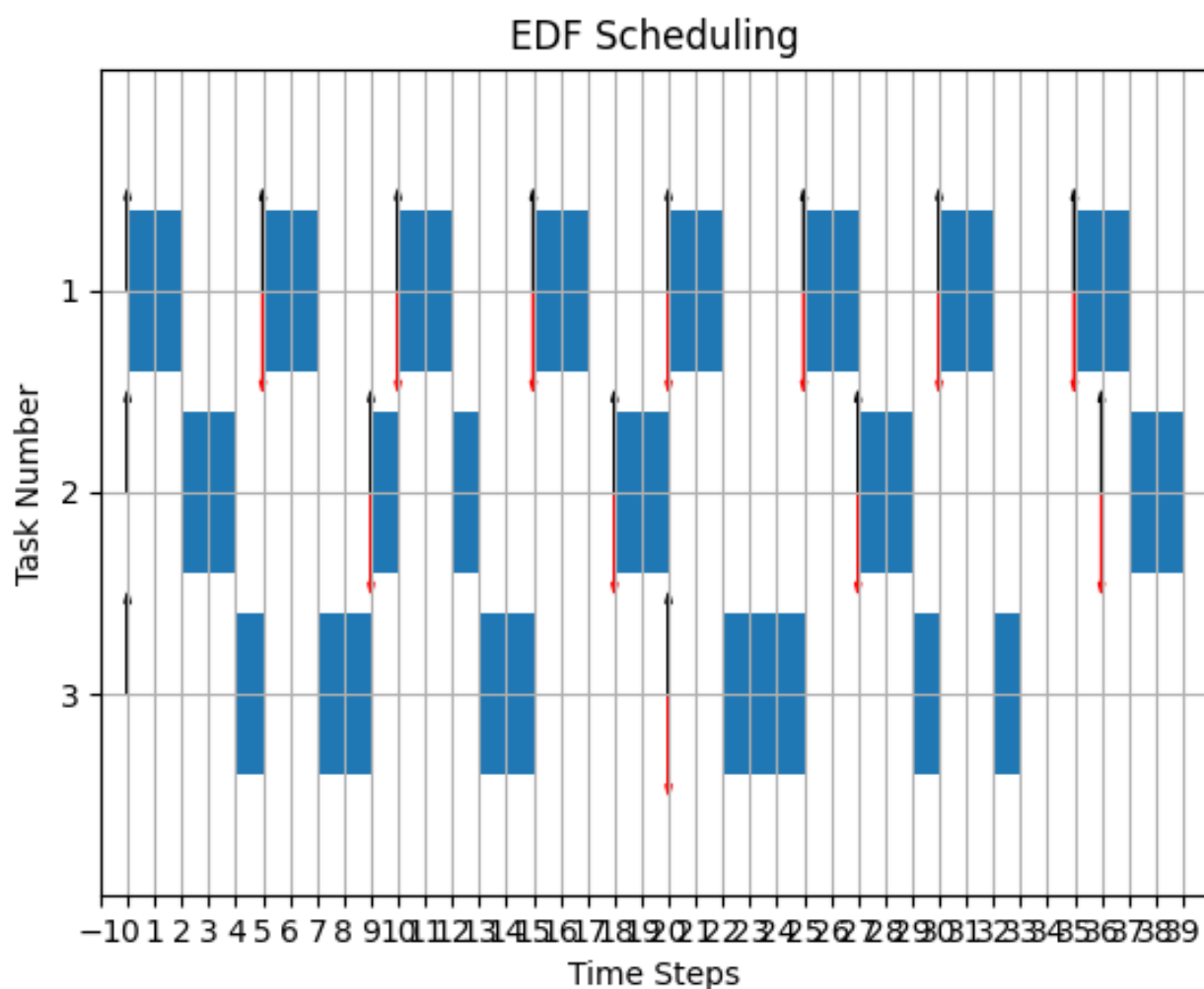


```

Please Enter Number of Input Tasks: 3
Enter Task 1 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
2 5 5
Enter Task 2 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
2 9 9
Enter Task 3 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
5 20 20

```

بنظر میرسد که این برنامه ریزی با حالت EDF مشابه خواهد بود. چون ورودی ها به نحوی است که تسک با دوره تناوب کمتر (اولویت بالاتر در مود RM) همواره ددلاین زودتر نیز دارد (اولویت بالاتر در مود EDF).
خروجی های EDF:



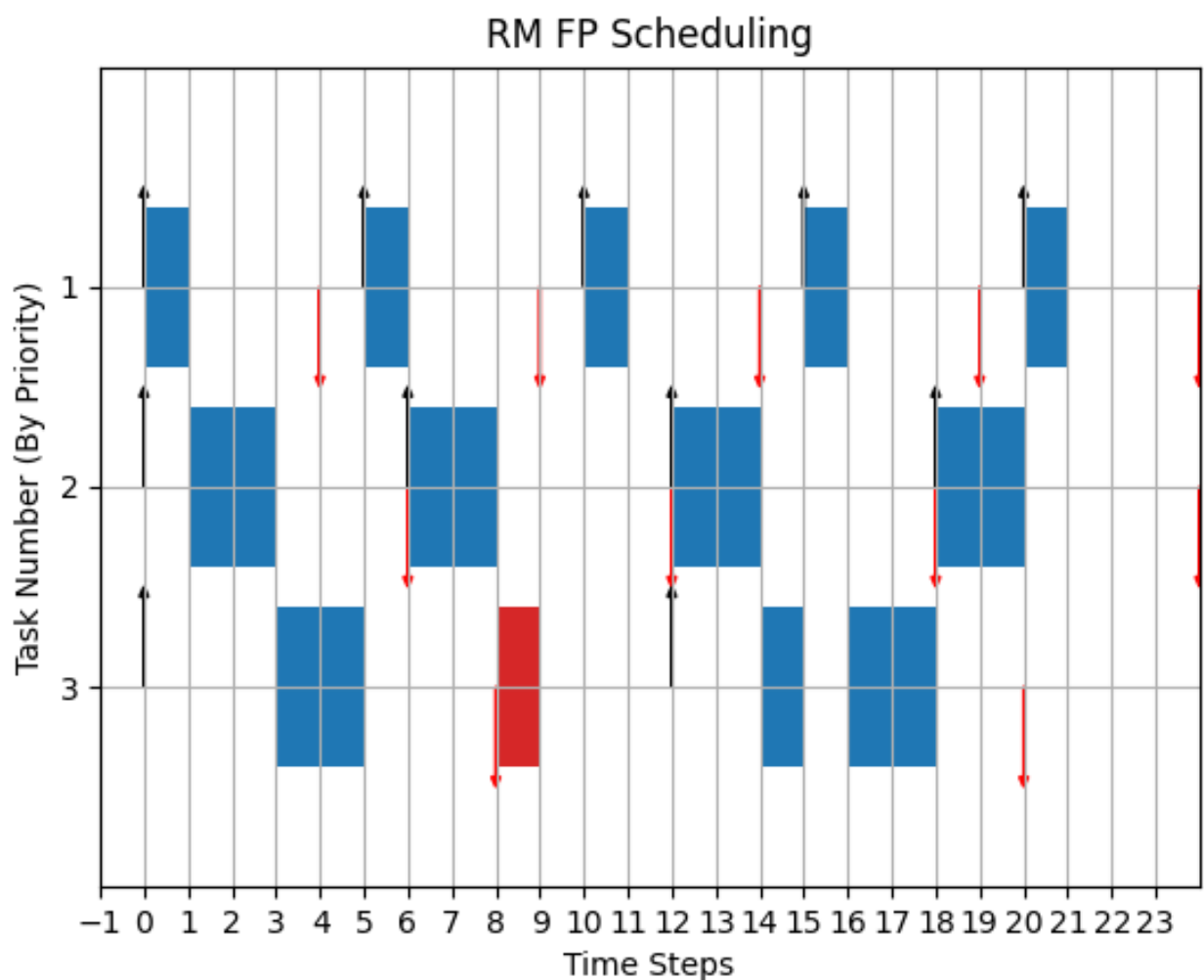
مشخص است که پیش بینی ما در این مورد درست بوده و خروجی صحیح گرفته شده است.

۴. مثالی که Deadline با Period برابر نباشد.

تسک زیر را در هر دو الگوریتم EDF و RM بررسی میکنیم:

```
Enter Task 1 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
1 4 5
Enter Task 2 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
2 6 6
Enter Task 3 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
3 8 12
Please Choose Number Of Scheduling Type: 1)RM 2)EDF 1
```

خروجی های RM:



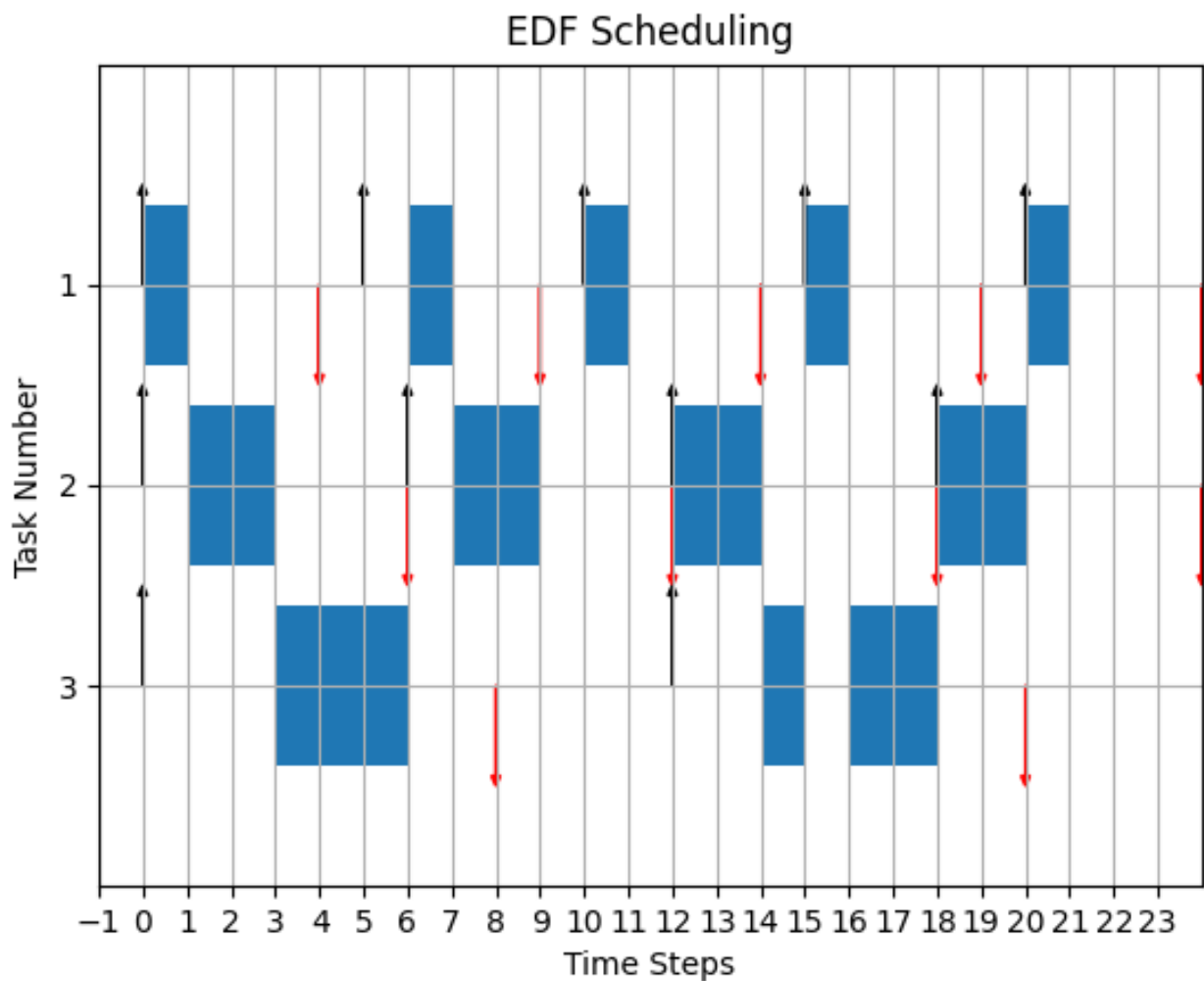
```

Please Enter Number of Input Tasks: 3
Enter Task 1 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
2 5 5
Enter Task 2 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
2 9 9
Enter Task 3 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
5 20 20

```

مشخص است که در مود RM قابل برنامه ریزی نبوده و قسمتی از تسک آخر که بعد از ددلاین اجرا میشود نیز با رنگ قرمز مشخص شده است.

خروجی های EDF:



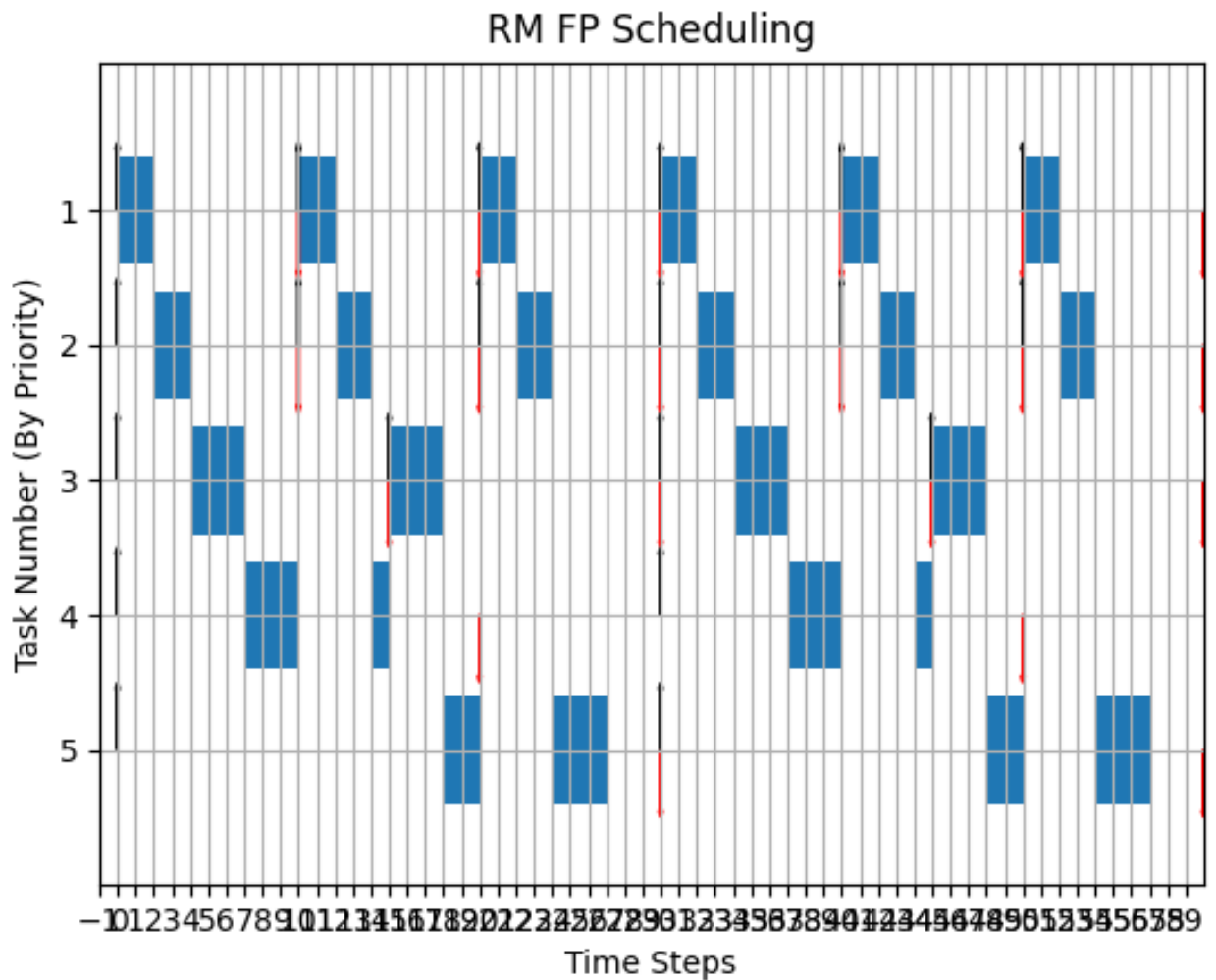
اما مشخص است که با الگوریتم EDF برنامه ریزی محقق شده که در تصویر فوق مشخص است.

۵. مثال طولانی و در بردارنده همه موارد فوق:

تسک زیر را در با هر دو الگوریتم EDF و RM بررسی میکنیم:

```
Please Enter Number of Input Tasks: 5
Enter Task 1 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
4 20 30
Enter Task 2 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
2 10 10
Enter Task 3 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
2 10 10
Enter Task 4 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
3 15 15
Enter Task 5 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
5 30 30
```

خروجی های RM:



```

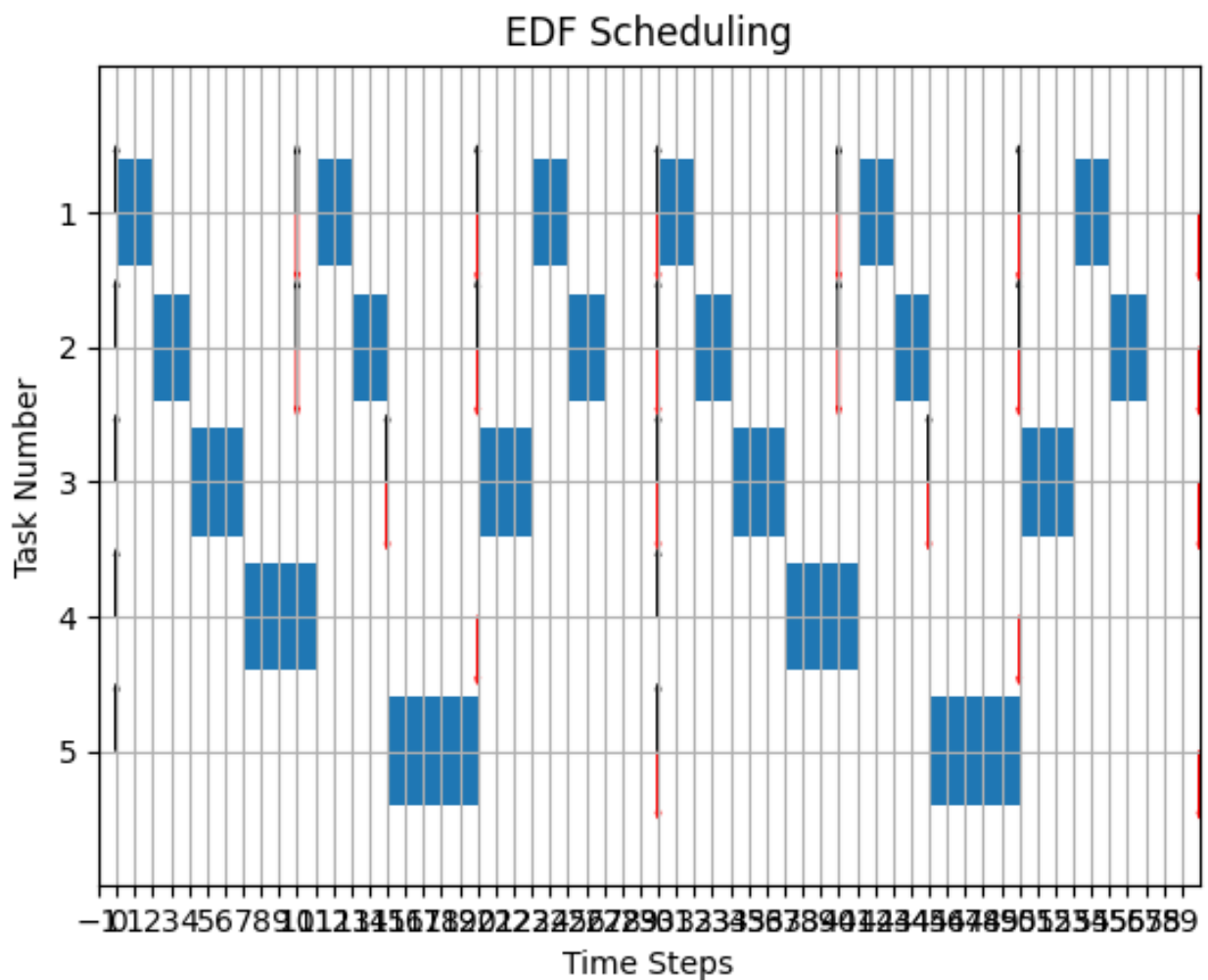
Please Enter Number of Input Tasks: 3
Enter Task 1 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
2 5 5
Enter Task 2 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
2 9 9
Enter Task 3 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
5 20 20

Please Choose Number Of Scheduling Type: 1)RM 2)EDF 1
#####
U_bound = 0.7434917749851755
Utilization = 0.9666666666666667
Scheduling Prediction: We Dont Know!
#####

```

واضحا علی رغم اینکه این پروفایل ها نتوانسته اند شرط کافی باند را ارضا کنند، اما همچنان با الگوریتم RM قابل برنامه ریزی هستند که در تصویر فوق این برنامه ریزی توسط برنامه ارائه شده است.

خروجی های EDF:



```

Please Choose Number Of Scheduling Type: 1)RM 2)EDF 2
#####
U_bound = 1
Utilization = 0.9
Scheduling Prediction: Schedulable!
#####

```

همین تسک پروفایل اما میتواند باند لازم و کافی الگوریتم EDF را ارضا کند (با توجه به اینکه ددلاین ها با پیروید ها برابر نیستند در دو حالت Utilization ها متفاوت اند). خروجی برنامه ریزی نیز در تصویر فوق واضح است. نکته قابل توجه و خوب پیاده سازی انجام شده این است که اگر دو یا چند تسک مختلف job اکتیو شده داشته باشند که ددلاین آن ها همگی با هم برابر است، برنامه ریزی به نحوی انجام میشود که تسکی که تا کنون در حال اجرا بود همچنان ادامه پیدا کند و بعد به سراغ تسک های دیگر با ددلاین مشابه برود. برای مثال در همین Scheduling به لحظه $t=10$ دقت کنید. در این لحظه تسک ۴ ام در حال اجراست اما دو job از تسک های اول و دوم نیز سر میرسد. ددلاین هر سه تسک با هم برابر و در لحظه $t=20$ میباشد که برنامه تصمیم میگیرد اول همان تسک در حال اجرا را ادامه بدهد و به پایان برساند. بعد از آن به سراغ تسک اول و بعد از آن به سراغ تسک دوم میرود.

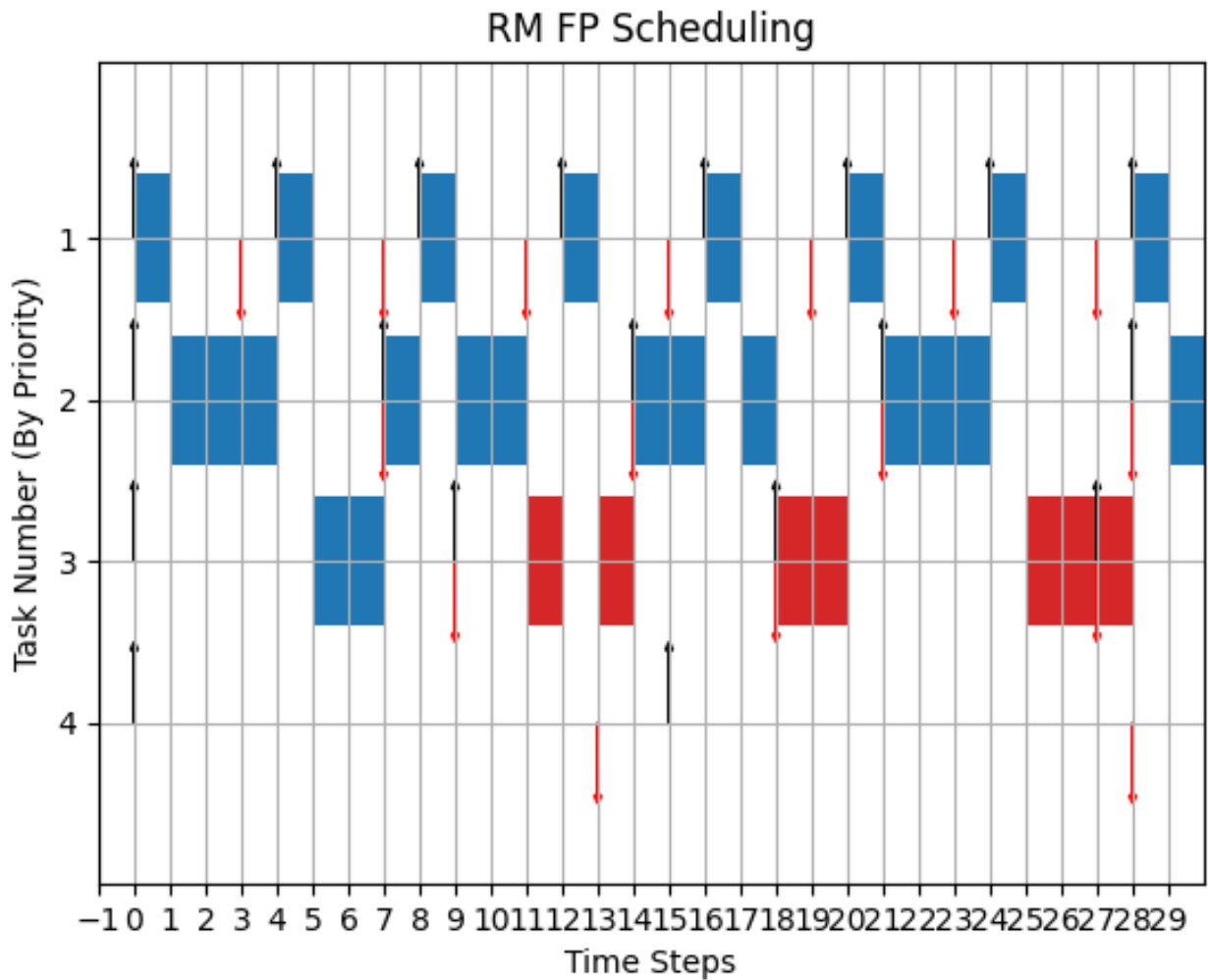
۶. مثالی که توسط هیچ کدام از دو حالت قابل برنامه ریزی نباشد:
تسک زیر را در با هر دو الگوریتم EDF و RM بررسی میکنیم:

```

Please Enter Number of Input Tasks: 4
Enter Task 1 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
1 3 4
Enter Task 2 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
5 13 15
Enter Task 3 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
3 7 7
Enter Task 4 Profile (Execution Time, Deadline, Period)
4 9 9

```

خروجی های RM:



```

Please Choose Number Of Scheduling Type: 1)RM 2)EDF 1
#####
U_bound = 0.7568284600108841
Utilization = 1.5909645909645909
Scheduling Prediction: We Dont Know!
It's Not Schedulable!!! See The Output:
#####

```

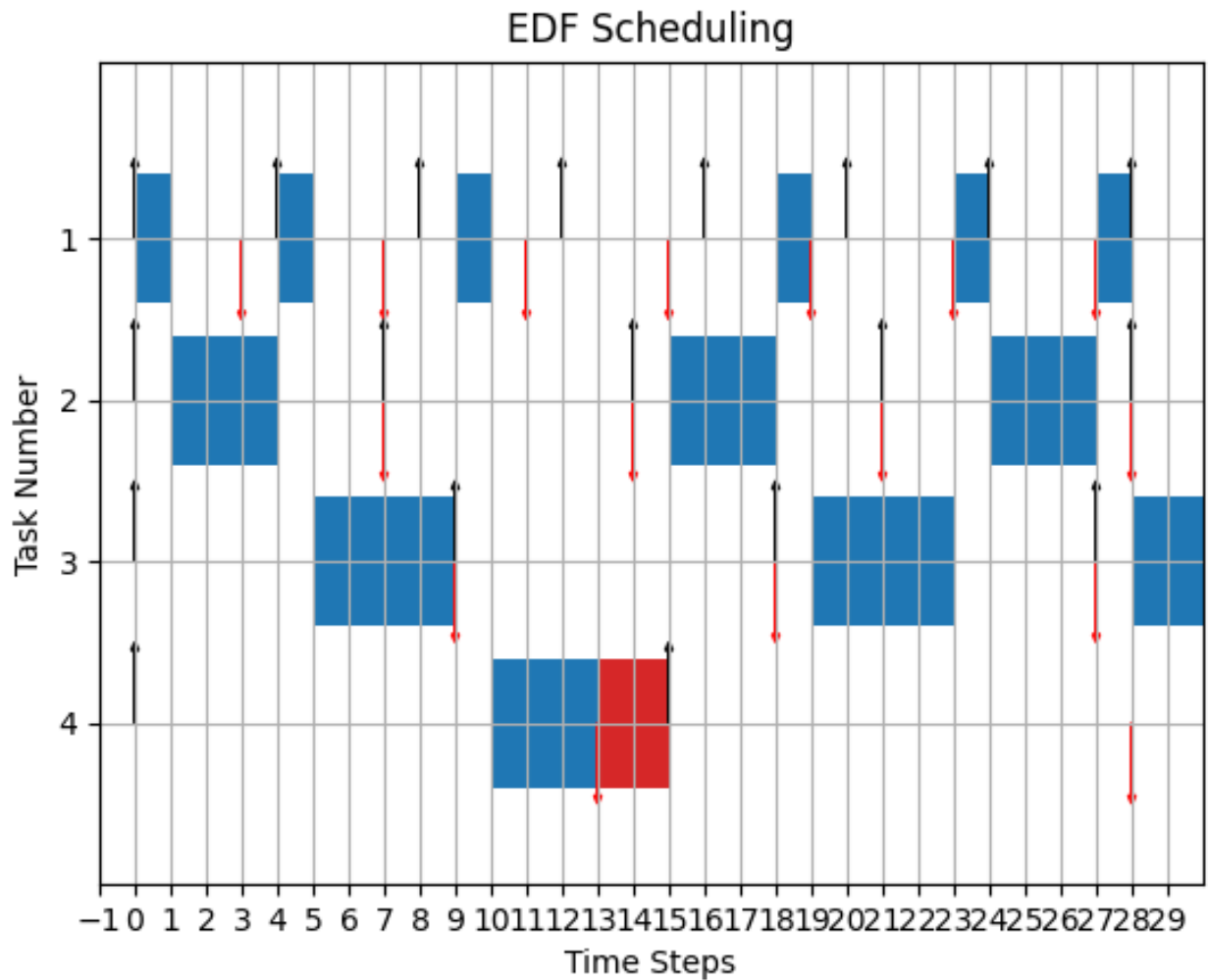
```

Please Choose Number Of Scheduling Type: 1)RM 2)EDF 1
#####
U_bound = 0.7434917749851755
Utilization = 0.9666666666666667
Scheduling Prediction: We Dont Know!
#####

```

واضح است که الگوریتم RM آنقدر نامناسب است که اصلاً هیچگاه زمان برای اجرای تسک آخر اختصاص داده نمیشود، حتی پس از گذشت ددلاین!

خروجی های EDF:



```
Please Choose Number Of Scheduling Type: 1)RM 2)EDF 2
#####
U_bound = 1
Utilization = 1.4563492063492063
Scheduling Prediction: Un-Schedulable!
It's Not Schedulable!!! See The Output:
#####
```

اما الگوریتم EDF هرچند بهتر عمل کرده و توانسته تسک آخر را نیز پوشش دهد، مشخص است که نتوانسته آن را به ددلاین مربوطه برساند و بنابر این قابل برنامه ریزی نیست

در هر دو مورد مانند بقیه مثال ها، خروجی اسکریپت که باند ها و Utilization را چک و بررسی میکند را چاپ کرده ایم که اطلاعات مناسبی قابل برداشت است.

۴ کلام پایانی

در بالا انواع و اقسام مثال‌ها با اندازه‌های بزرگ و کوچک و در مودهای مختلف بررسی شد که البته شما میتوانید با اجرای کد پایتون مثال‌های دلخواه خود را مطابق آموزشی که در ابتدای این گزارش داده‌شت، تست و بررسی کنید. علاوه بر پردازش و Scheduling صحیح تمام حالات مختلف برنامه ریزی با هر تعداد تسک و هر پروفایل دلخواه، یک سری علامات راهنما و خروجی گرافیکی ترسیم شده که کار شما را راحت‌تر کرده است. پیکان‌های مشکی رنگ رو به بالا، خبر از اکتیو شدن job جدید از یک تسک به ما میدهند. پیکان‌های قرمز رنگ رو به پایین نشان‌دهنده ددلاین تسک مذکور هستند. همین‌طور گریدبندی مناسبی نیز انجام شده تا شما بتوانید راحت‌تر موارد دلخواه را تحلیل و بررسی کنید.