



به نام خدا  
سیستم‌های توزیع شده  
۱۳۹۷-۲

تمرین دوم  
مدرس: صابر صالح

### نکات مهم

لطفا ابتدا به نکات زیر توجه کنید:

- برای پیاده‌سازی این تمرین از زبان Python استفاده نمایید.

- مهلت ارسال تمرین تا پایان روز ۱۳۹۸/۱/۱۷ می‌باشد.

موفق باشید.

## ۱ مقدمه

یکی از مسائل مهم در یک شبکه، آن است که هر گره، مناسب‌ترین مسیر به سایر گره‌ها را پیدا کند و در نتیجه پیام‌های خود را از طریق آن مسیر ارسال نماید.

این مناسب بودن در گراف شبکه را با وزن یال‌ها مدل می‌کنیم. بنابراین به هر یال، یک وزن و یک تاخیر ارسال نسبت داده می‌شود.

در نهایت هدف آن است که برای یک گره مشخص مناسب‌ترین مسیر یعنی میسر با کم‌ترین وزن به سایر گره‌ها را پیدا کنیم.

توجه شود که گراف شبکه جهت‌دار است.

## ۲ الگوریتم بلمن فورد

ابتدا فاصله‌ی همه‌ی گره‌ها از گره مرجع به بی‌نهایت مقداردهی می‌شود؛ به جز خود گره مرجع که فاصله‌اش صفر است.

سپس این گره، فاصله‌ی خود را به همه‌ی گره‌های مجاور ارسال می‌نماید. هر گره که این پیام را دریافت کند مجموع فاصله‌ی دریافت شده و وزن یال مربوطه را با فاصله‌ی خود از گره اصلی مقایسه می‌نماید. در صورتی که این فاصله کم‌تر باشد:

– فاصله‌ی خود را به‌روز می‌کند.

– فاصله‌ی جدید را به گره‌های همسایه ارسال می‌کند.

این روند ادامه می‌یابد تا جایی که همه‌ی گره‌ها کمترین فاصله‌ی خود را تا گره مرجع پیدا کنند.

برای اطلاع بیش‌تر می‌توانید به کتاب و یا صفحه‌ی ویکی‌پدیای آن مراجعه نمایید.

## ۳ ورودی‌ها و خروجی‌ها

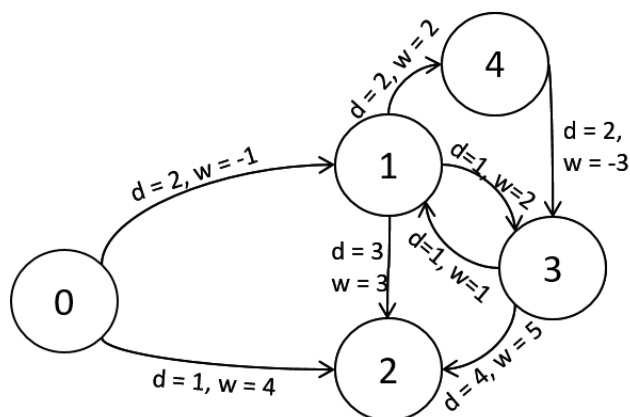
برای ساختن گراف شبکه مسیرها در ورودی داده می‌شوند. هر مسیر به کمک چهارتایی **شناسه‌ی گره مبدا، شناسه‌ی گره مقصد، وزن مسیر و تاخیر ارسال** مشخص می‌گردد. توجه کنید که وزن یال‌ها می‌تواند منفی باشد اما دور منفی وجود ندارد. منظور از دور منفی، دوری است که مجموع وزن یال‌های آن منفی شود. نخستین عددی که وارد می‌شود را شناسه‌ی گره اصلی در نظر بگیرید.

```
src_node dest_node weight delay
```

پایان ورودی‌ها با یک "\n" اضافه تعیین می‌شود.

نمونه‌ی ورودی:

```
0 1 -1 2
0 2 4 1
1 2 3 3
1 3 2 1
1 4 2 2
3 2 5 4
3 1 1 1
4 3 -3 2
```



از آن جا که نمی‌توان اتمام برنامه را مشخص کرد، در کد خود زمانی را تنظیم کنید تا پس از آن خروجی‌ها را چاپ کرده و برنامه را پایان دهد. هر خط خروجی شامل **شناسه‌ی یک گره و فاصله‌ی آن از گره مرجع** است.

خروجی مورد انتظار:

0	0
1	-1
2	2
3	-2
4	1

برای مثال در خروجی بالا، خط چهارم (۳-۲) بیانگر آن است که فاصله‌ی گره ۳ از گره ۰ برابر ۲- است.