

NINTH EDITION

# Software Engineering

A PRACTITIONER'S APPROACH

ROGER S. PRESSMAN  
BRUCE R. MAXIM



مهندسی نرم افزار

## مدیریت پروژه

### نمودار پرت و گانت

Dr. A. Taghinezhad  
Dissertation supervisor

## ابزارهای رایج در مدیریت پروژه:

- دو تکنیک رایج جهت مدیریت پروژه
- ۱- نمودار پرت PERT که اغلب برای برنامه ریزی و اصلاح (Program Evaluation and Review Technique (PERT)) پروژه به کار می رود.
- ۲- نمودار گانت که اغلب برای گزارش و پیشرفت کار استفاده می شود.

## نمودار گانت Gantt

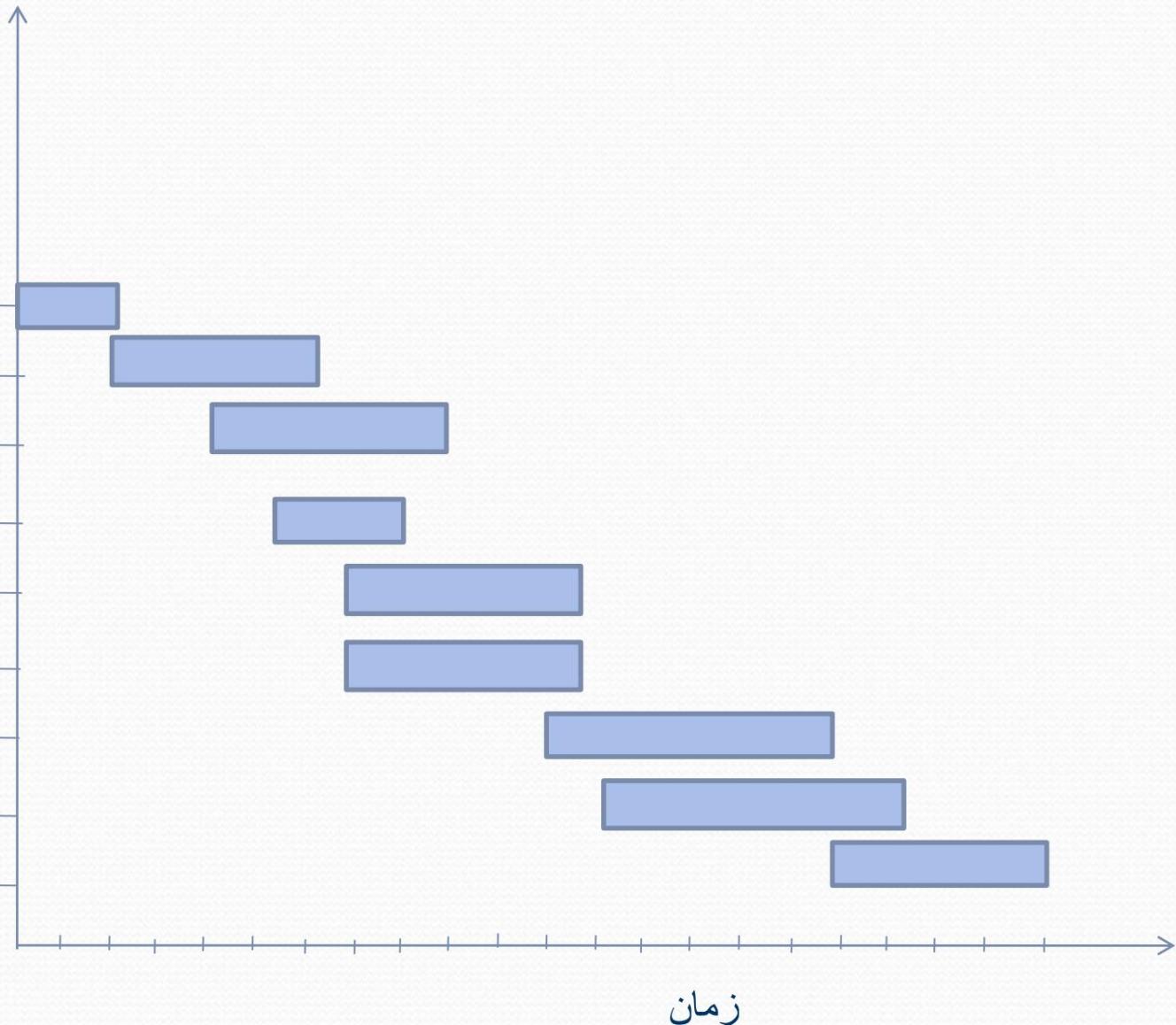
- این نمودار برای نمایش زمانبندی وضعیت پیشرفت کار در یک پروژه به کار می رود.
- این نمودار برای تهیه برنامه زمانبندی و ارزیابی پیشرفت کار در پروژه های اطلاعاتی بسیار موثر است.
- این نمودار به صورت دو بعدی می باشد و در آن خط افقی نشان دهنده زمان انجام کار و خط عمودی وظایفی است که در پروژه انجام می شود.

## رسم نمودار گانت

- برای رسم نمودار Gant به ترتیب زیر عمل می کنیم :
- ۱- وظایفی که باید در پروژه انجام شود به ترتیب از بالا به پایین روی خط عمودی فهرست می کنیم.
- ۲- واحد زمانی برای انجام وظایف از چپ به راست روی خط افقی مشخص شود
- ۳- تاریخ شروع و خاتمه هر وظیفه در جهت خط افقی در مقابل آن رسم شود.

# نمودار گان

فعالیت



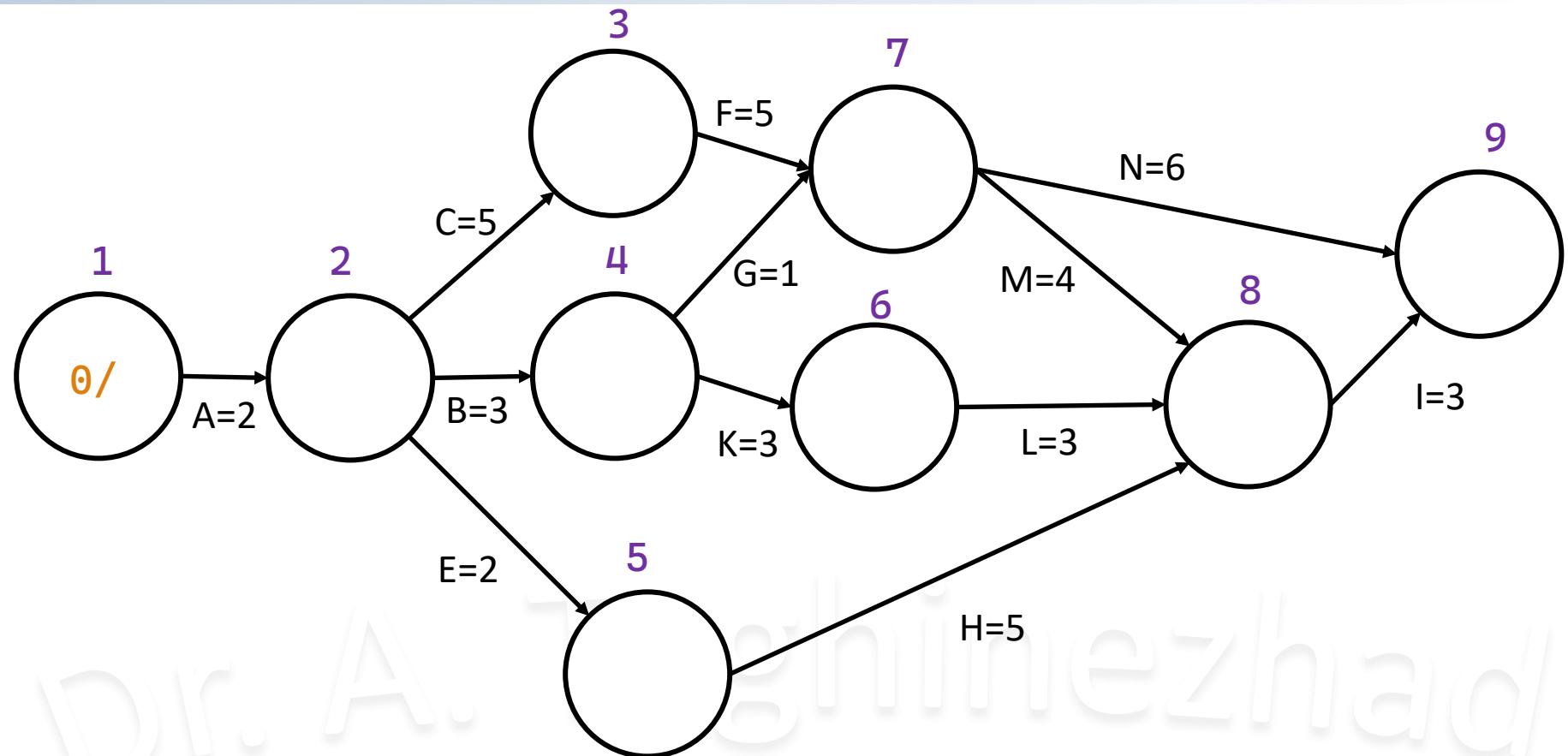
## توضیح نمودار گانت

- همانطور که مشاهده می کنید این نمودار به وضوح تداخل و همزمانی در زمانبندی پروژه را مشخص می نماید.
- اما به طور واضح وابستگی وظایف را نشان نمی دهد. همانطور وظایف بحرانی و حساس و آن هایی که باید به موقع انجام شوند کاملاً مشخص نیست.
- نحوه تکمیل نمودار گانت بدین صورت است که اگر وظیفه ای کامل شده باشد میله جلوی آن را هاشور میزنیم و اگر کامل نشده است به اندازه درصد کامل شدن آن میله را پر می کنیم و اگر وظیفه ای انجام نشده میله جلوی آن خالی می ماند

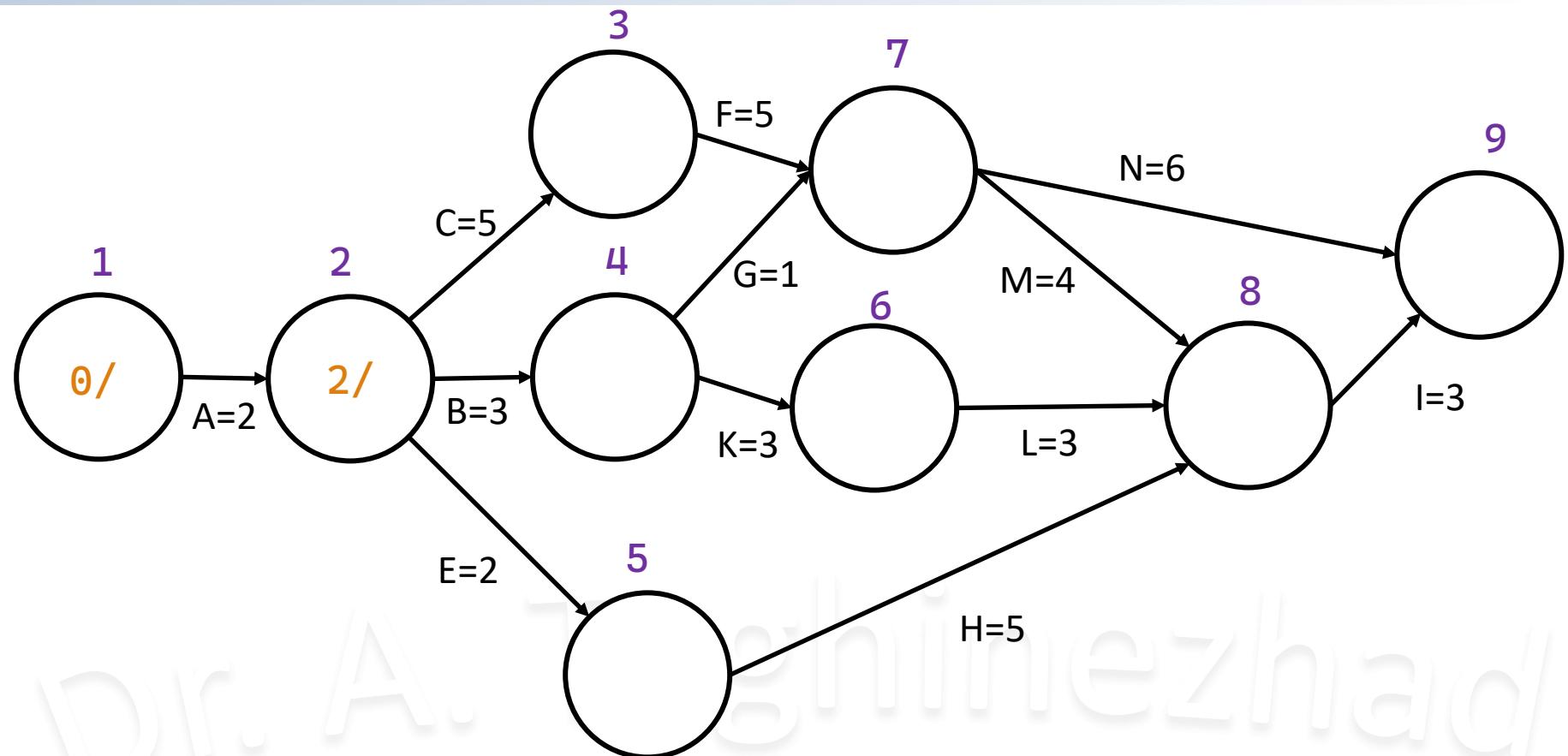
## نمودار پرت PERT

- به تکنیک های کنترل و ارزیابی پروژه اطلاق می شود. این نمودار برای تعیین وابستگی های وظایف مختلف پروژه مورد استفاده قرار میگیرد
- در این روش یک پروژه مانند یک شبکه از واقعی و وظایف پیاده سازی میشود. که برای نشان دادن وقایع از دایره و برای مسیرها از پیکان استفاده می شود.

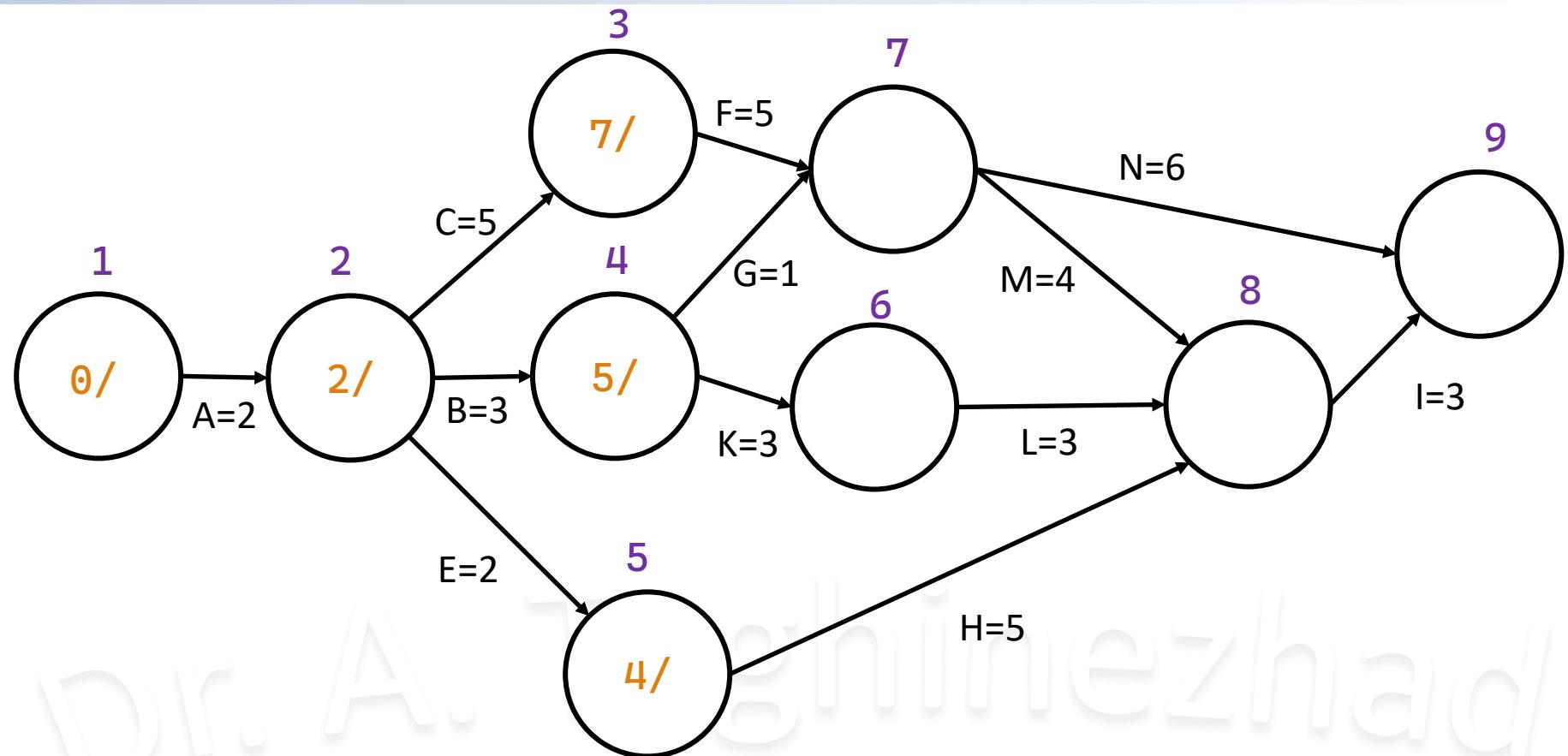
# مثال ۱



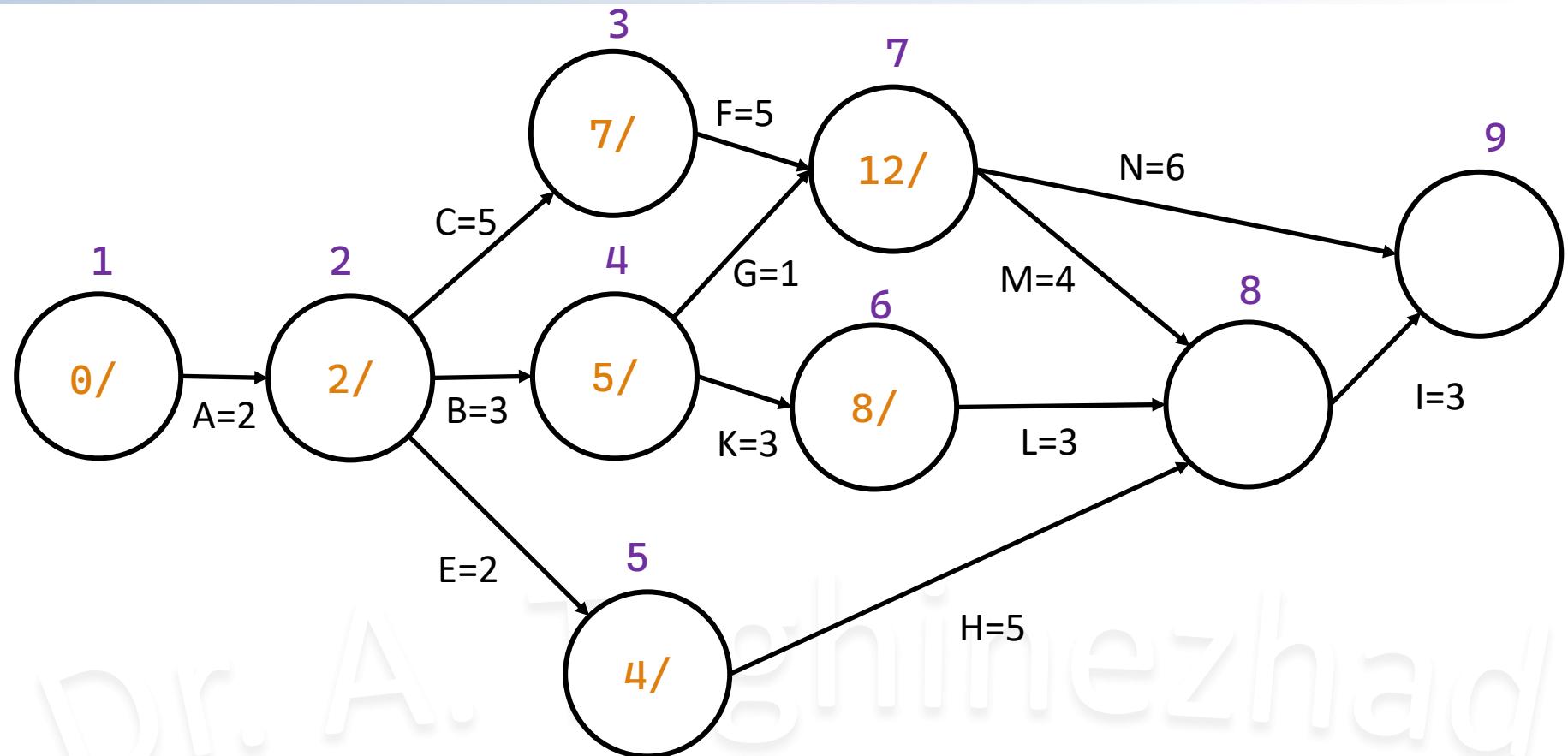
# مثال ۱



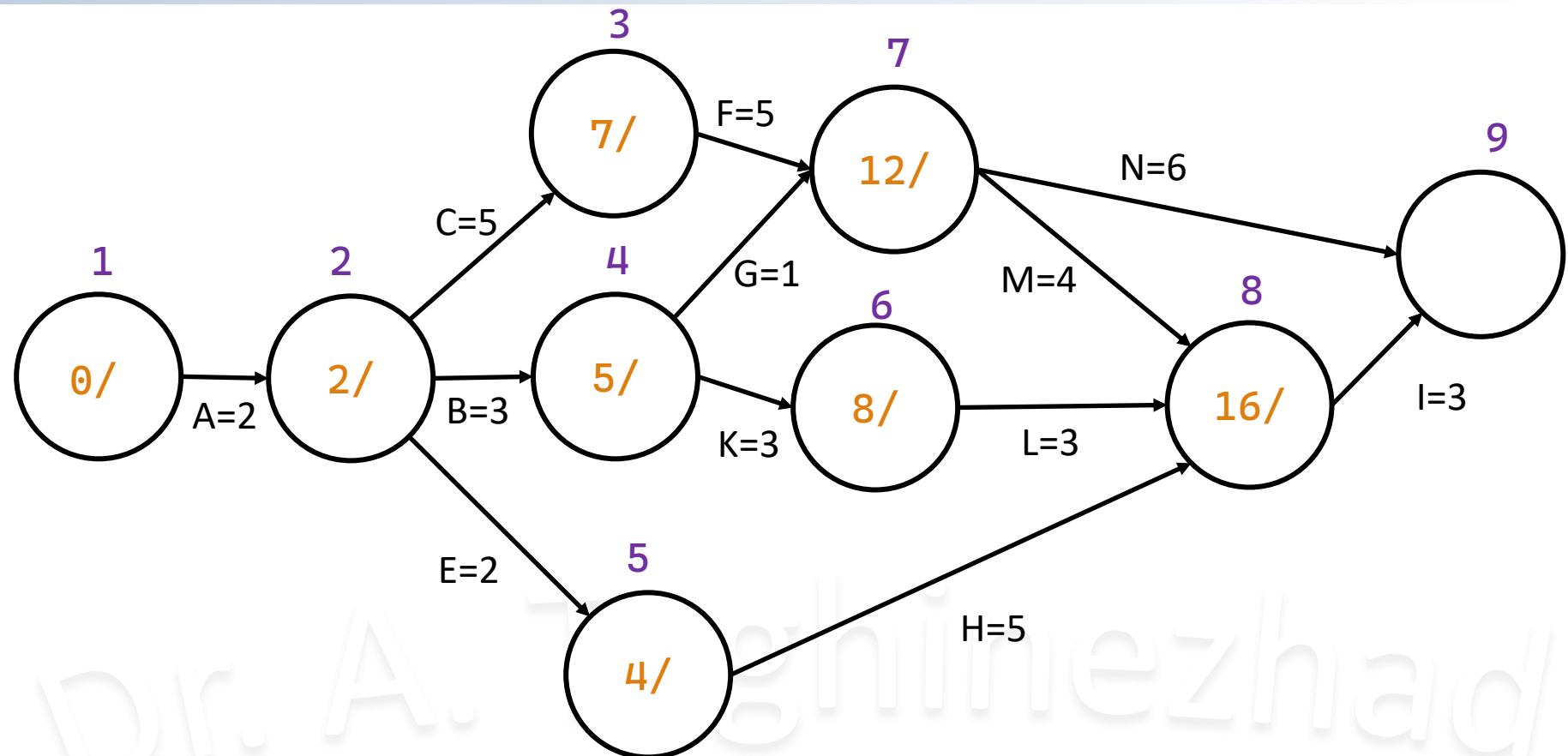
# مثال ۱



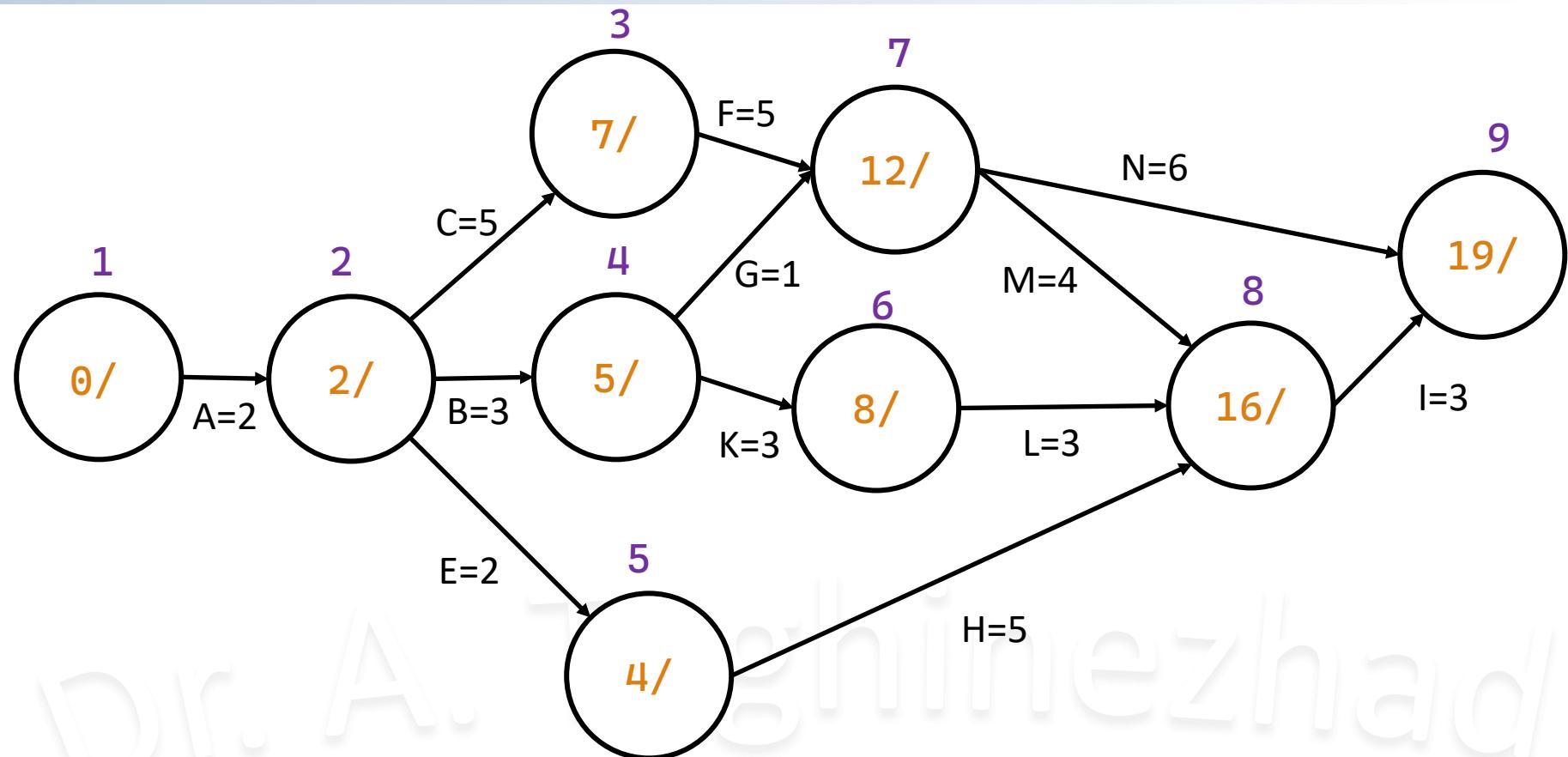
# مثال ۱



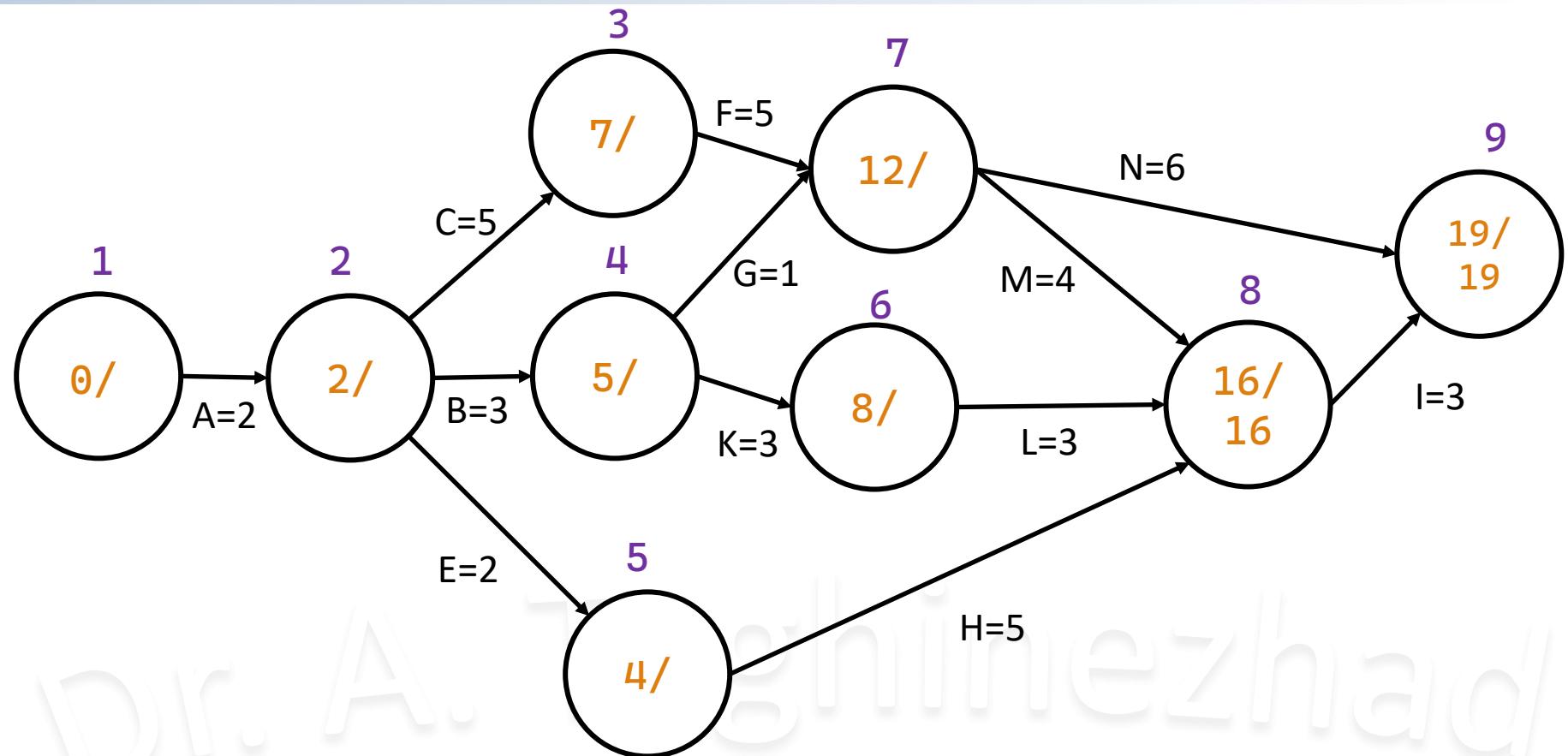
# مثال ۱



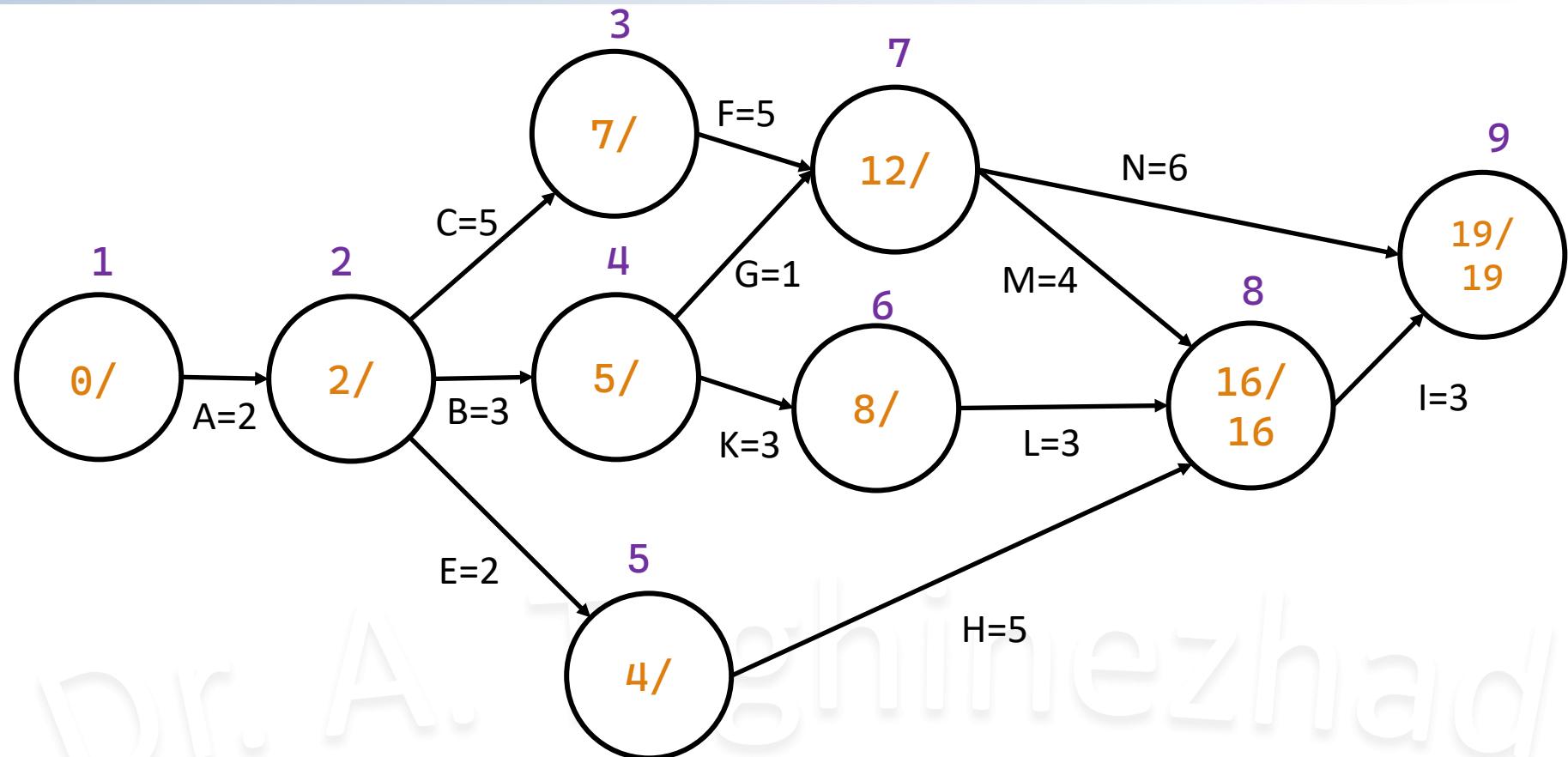
# مثال ۱



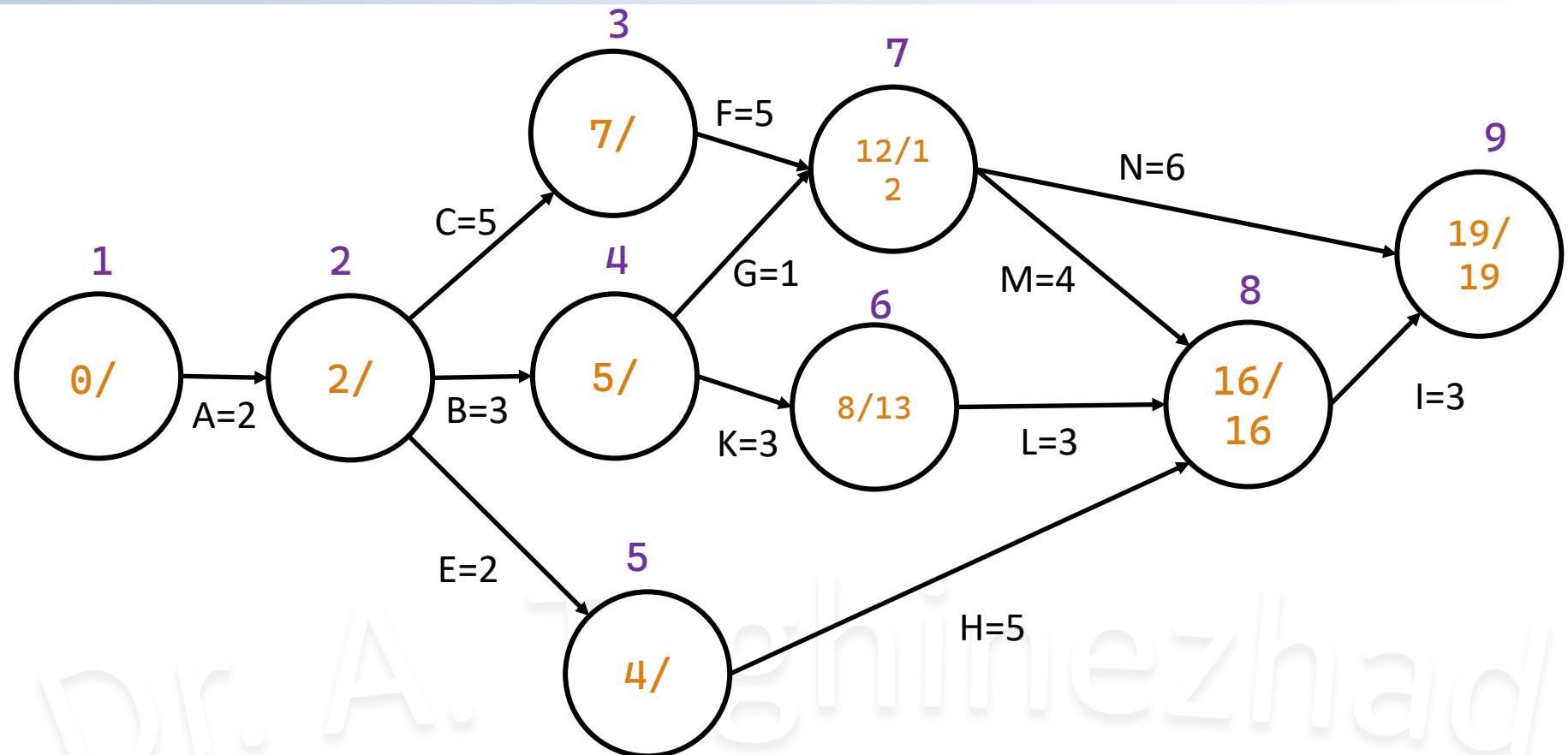
# مثال ۱



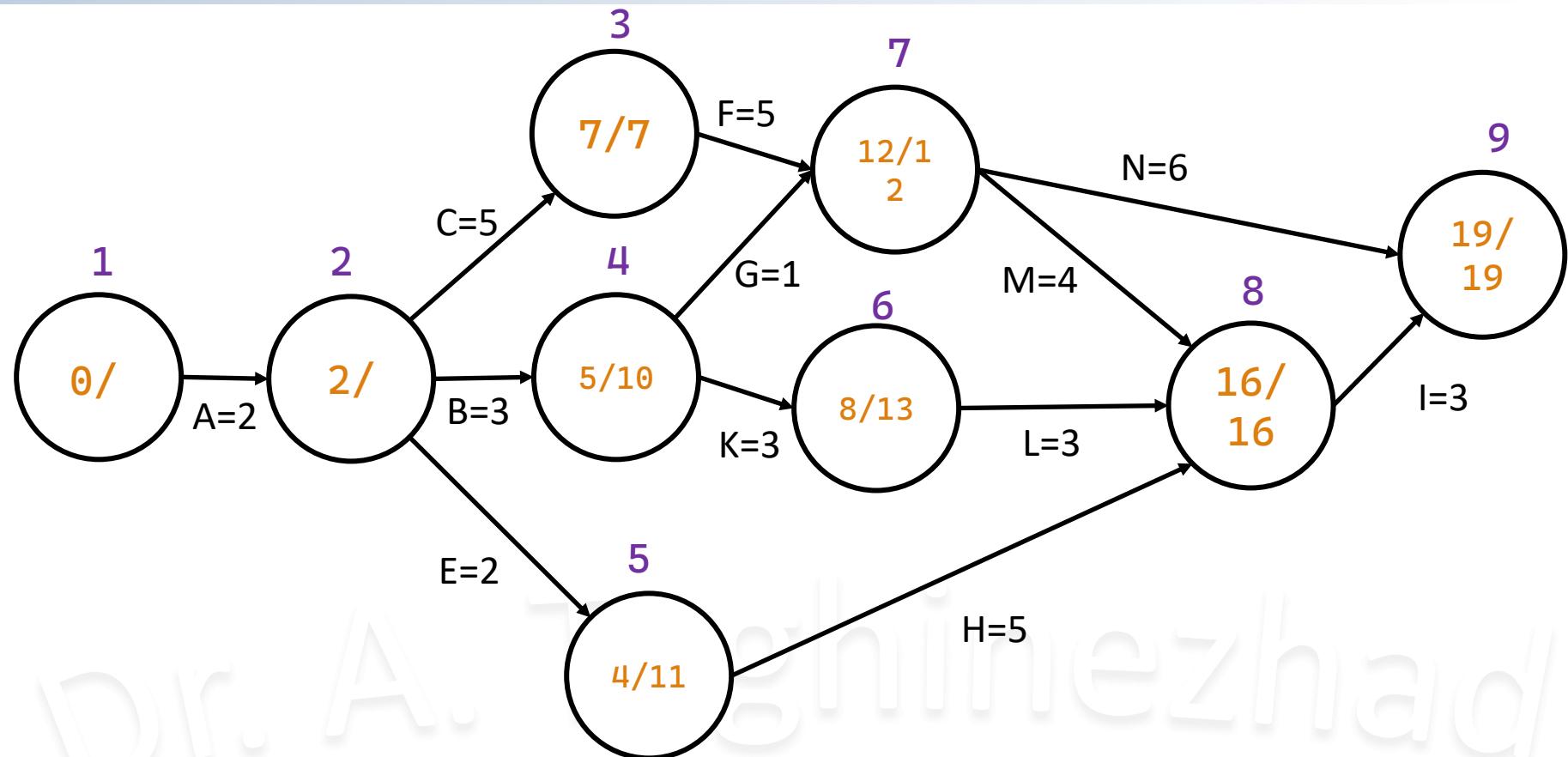
# مثال ۱



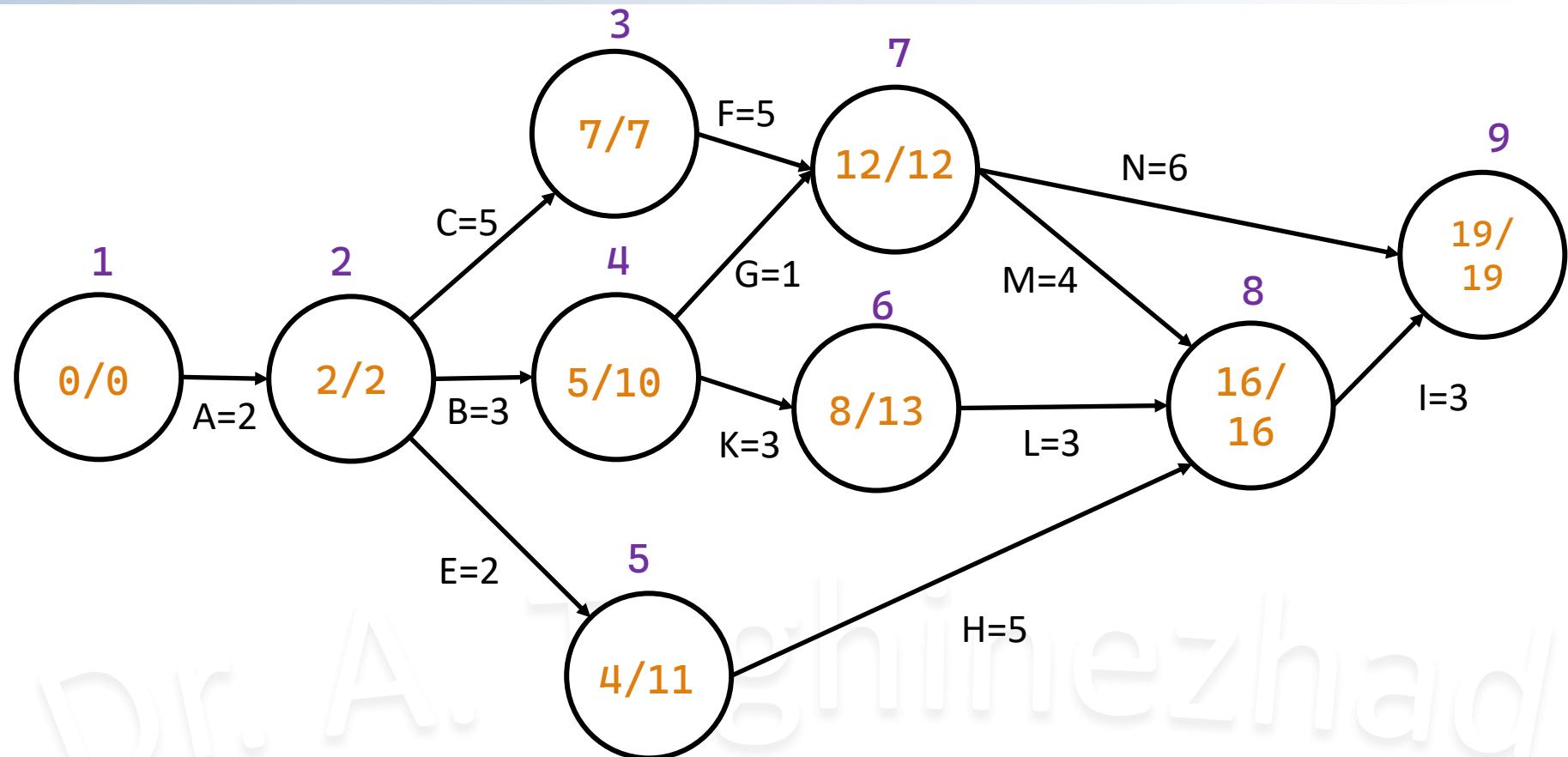
# مثال ۱



# مثال ١



# مثال ۱



## مسیر بحرانی

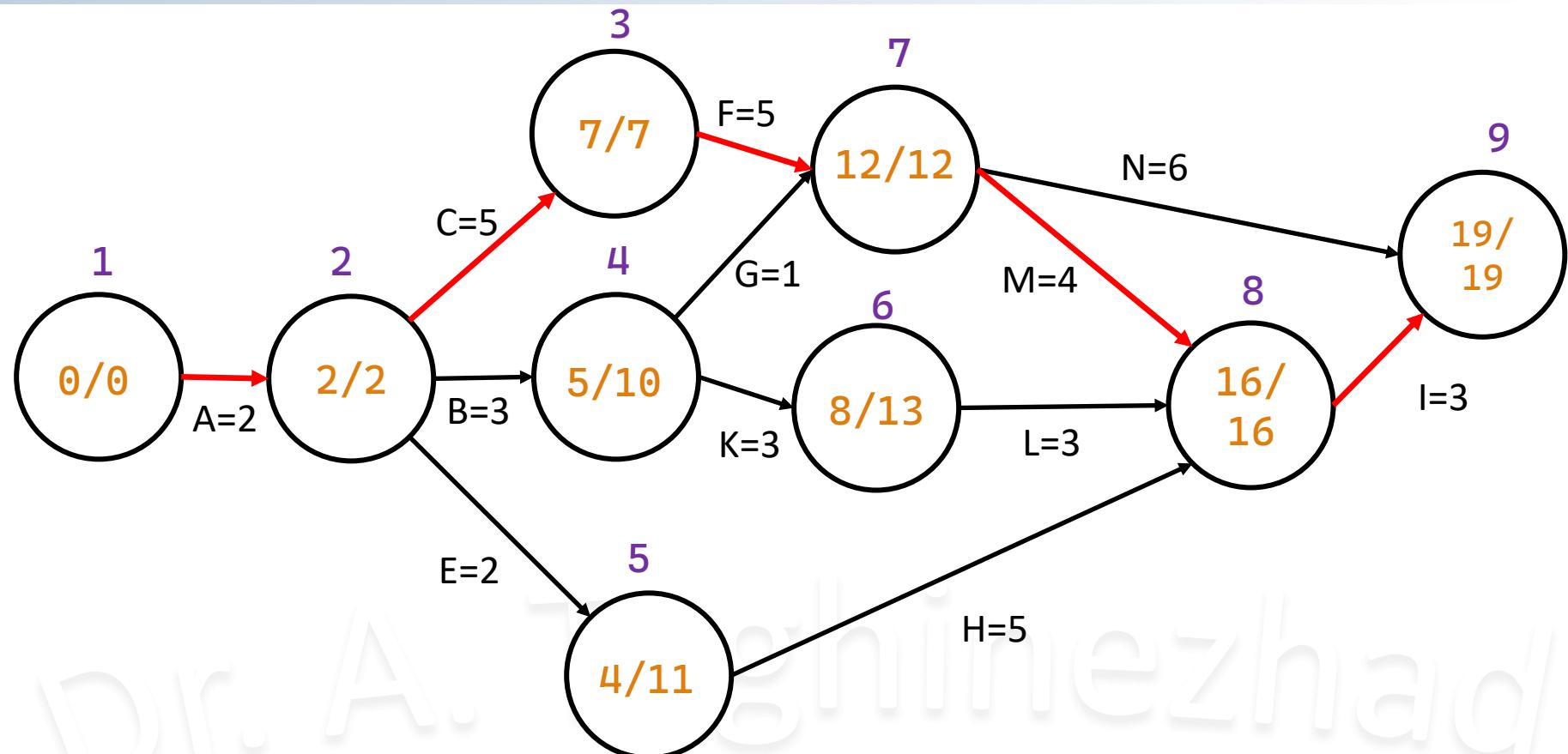
- با استفاده از نمودار پرت پس از تکمیل ، می توان مسیر بحرانی را مورد بررسی قرار داد.
- مسیر بحرانی در واقع طولانی ترین مسیر در نمودار پرت است که از ابتدا تا انتهای نمودار پرت جریان دارد.
- مسیر بحرانی مسیری است که در آن دیر ترین زمان شروع با زود ترین این زمان یکسان است و در واقع جایی برای تاخیر وجود ندارد و فعالیت ها وقت آزاد یا اضافی ندارند.
- میزان وقت آزاد یا اضافی یک واقعه وقتی است که واقعه می تواند صرف کند بدون اینکه تاخیری در پروژه رخ دهد.

## کاربردهای اصلی نمودار پرت

- ۱- برنامه ریزی وظایف یعنی تعیین کارهایی که باید انجام شود.
- ۲- مشخص کردن مدت زمان مورد انتظار هر وظیفه
- ۳- تعیین منابع انسانی و تخصصهای مورد نیاز
- ۴- تعیین مسیر بحرانی جهت پروژه

مثال ۱

## Computation of T\_L and CP



## رابطی زمان هزینه

- فرض کنید که هزینه اجرای یک فعالیت رابطه‌ای با زمان اجرای آن دارد
- این رابطه به پیچیدگی فعالیت بستگی دارد
- ما سه نوع رابطه را بررسی می‌کنیم.
- Constant · ثابت
- Linear · خطی
- Quadratic · درجه دو

## بهینه‌سازی هزینه و زمان در مدیریت پروژه نرم‌افزاری

- این مأذول دانشجویان را با تکنیک‌های بهینه‌سازی هزینه و زمان در مدیریت پروژه آشنا می‌کند، بهویژه در چارچوب تکنیک ارزیابی و بررسی برنامه **(PERT)** در پایان این بخش، دانشجویان قادر خواهند بود:
  - فرمول‌های اصلی هزینه-مدت را درک کنند.
  - این فرمول‌ها را برای ارزیابی و بهینه‌سازی هزینه‌های پروژه به کار گیرند.
  - سناریوهای مختلف با جریمه و مقیاس‌بندی پویا را مدل‌سازی کنند.
- **پیش‌نیازها**
  - درک ابتدایی از برنامه‌ریزی پروژه و زمان‌بندی.
  - آشنایی با بودجه‌بندی در مدیریت پروژه.
  - دانش مقدماتی از روش‌های PERT و مسیر بحرانی.

## بهینه‌سازی هزینه و زمان در مدیریت پروژه نرم‌افزاری

- در مدیریت پروژه، به‌ویژه پروژه‌های نرم‌افزاری، توازن حساسی بین مدت زمان پروژه و هزینه وجود دارد.
- تکنیک ارزیابی و بررسی برنامه (PERT) روش رایجی برای تخمین زمان‌بندی پروژه است، اما بهینه‌سازی هزینه‌ها در این زمان‌بندی نیازمند درک و به‌کارگیری فرمول‌های خاصی است. دو فرمول هزینه‌ای مهم که اغلب در نمودارهای PERT و مدل‌های هزینه‌ای مرتبط استفاده می‌شوند، عبارتند از:

۱. هزینه به ازای واحد زمان  $P$

.۱  $C$  هزینه کل و  $D$  مدت زمان هست

$$P = C/D$$

هزینه به ازای واحد زمان به توان دو: تاخیرها جریمه سنگین‌تری داشته باشند و یا کوتاه کردن زمان پروژه باعث افزایش شدید هزینه شود

$$P = \frac{C}{D^2}$$

این فرمول‌ها به مدیران پروژه کمک می‌کنند تا هزینه‌ها را بر اساس مدت زمان پروژه ارزیابی کنند و برای شرایطی مثل جریمه‌ها یا عوامل مقیاس‌بندی، تنظیماتی انجام دهند.

## بهینه‌سازی هزینه و زمان در مدیریت پروژه نرم‌افزاری

- تحلیل فرمول: هزینه به ازای واحد زمان (رابطه خطی معکوس)
- فرمول اول به صورت زیر است:

$$P = \frac{C}{D}$$

- که در آن:
- **P**: هزینه به ازای واحد زمان برای مثال، به ازای هر ماه یا هر روز،
- **C**: کل هزینه پروژه برای مثال، مبلغ بودجه تعیین شده برای تکمیل پروژه،
- **D**: کل مدت زمان پروژه بر حسب ماه، روز، و غیره.
- کاربرد در پروژه‌های نرم‌افزاری
- این فرمول تقسیم‌بندی ساده‌ای از نرخ هزینه به ازای واحد زمان را ارائه می‌دهد که برای:
- محاسبه میانگین هزینه ماهانه یا هفتگی برای حفظ بودجه.
- ردیابی عملکرد هزینه و ایجاد تنظیمات در صورت بروز تأخیر یا تغییر در بودجه مفید است.

## بهینه‌سازی هزینه و زمان در مدیریت پروژه نرم‌افزاری

- تحلیل فرمول: هزینه به ازای واحد زمان به توان دو (رابطه خطی درجه ۲)
- فرمول دوم به صورت زیر است:

$$P = \frac{C}{D^2}$$

• که در آن:

- $P$  هزینه مقیاس‌بندی شده به ازای زمان که مدت زمان طولانی‌تر را بیشتر جریمه می‌کند.
- $D^2$  مدت زمان به توان دو، که به‌طور سریع‌تر از خطی با طول پروژه افزایش می‌یابد و پروژه‌های طولانی‌تر را به شدت جریمه می‌کند.

### • کاربرد در پروژه‌های نرم‌افزاری

- این فرمول می‌تواند در موقعیت‌هایی به کار رود که طولانی شدن مدت پروژه، تأثیر شدیدی بر بودجه دارد. برای مثال:

• زمانی که حفظ منابع بیش از حد برنامه‌ریزی شده هزینه اضافی دارد.

- زمانی که برای عبور از ضرب‌الاجل‌ها جریمه‌های بیرونی اعمال می‌شود (مانند جریمه‌ها در توافقات سطح سرویس).

## مثال : بهینه‌سازی هزینه و زمان در مدیریت پروژه نرم‌افزاری

- مثال ۱: محاسبه هزینه به ازای واحد زمان
- تصور کنید یک پروژه نرم‌افزاری دارای:

  - کل بودجه: (C) ۱۲۰,۰۰۰ دلار
  - مدت زمان تخمینی: (D) ۶ ماه است.
  - با استفاده از فرمول:

$$P = \frac{C}{D} = \frac{120000}{6} = 20,000$$
- بنابراین نرخ هزینه پروژه به صورت ماهانه 20,000 دلار خواهد بود. ردیابی نسبت به این نرخ به مدیر پروژه کمک می‌کند تا مطمئن شود که هزینه‌ها در چارچوب تخصیص ماهانه قرار دارند.

## مثال : بهینه‌سازی هزینه و زمان در مدیریت پروژه نرم‌افزاری

- مثال ۲: هزینه به ازای واحد زمان با جریمه برای تأخیر فرض کنید پروژه‌ای دارای:

• بودجه اولیه: (C) ۵۰۰,۰۰۰ دلار

• مدت زمان برنامه‌ریزی شده: (D) ۱۰ ماه.

• جریمه ۲۰,۰۰۰ دلاری به ازای هر ماه تأخیر بیش از ۱۰ ماه.

• محاسبه:

1. تکمیل به موقع: نرخ هزینه ۵۰,۰۰۰ دلار در ماه است.

$$P = \frac{C}{D} = \frac{500,000}{10} = 50,000$$

2. تکمیل با تأخیر (۱۲ ماه):

جریمه اضافی = ۲۰,۰۰۰ دلار × ۲ ماه = ۴۰,۰۰۰ دلار

کل هزینه جدید = ۵۰۰,۰۰۰ + ۴۰,۰۰۰ + ۵۴۰,۰۰۰ دلار = ۱۴۴۰,۰۰۰ دلار

$$P = \frac{C}{D} = \frac{540,000}{12} = 45,000$$

## مثال : بهینه‌سازی هزینه و زمان در مدیریت پروژه نرم‌افزاری

- تحلیل پیشرفته: هزینه به ازای واحد زمان به توان دو با مقیاس‌بندی پویا
- مثال ۳: مقیاس‌بندی نمایی هزینه برای تأخیرات پروژه
- یک پروژه بزرگ برای استقرار نرم‌افزار را در نظر بگیرید که دارای:

  - بودجه پایه: (C) ۳۰۰,۰۰۰ دلار
  - مدت زمان هدف: (D) ۵ ماه است.
  - هزینه‌های اضافی که به دلیل هزینه‌های افزایشی (مثلًاً زیرساخت، نیروی انسانی) به‌طور نمایی افزایش می‌یابند.
  - تحلیل سناریو:

$$P = \frac{C}{D^2} = \frac{300,000}{5^2} = 12,000 \text{ دلار}$$

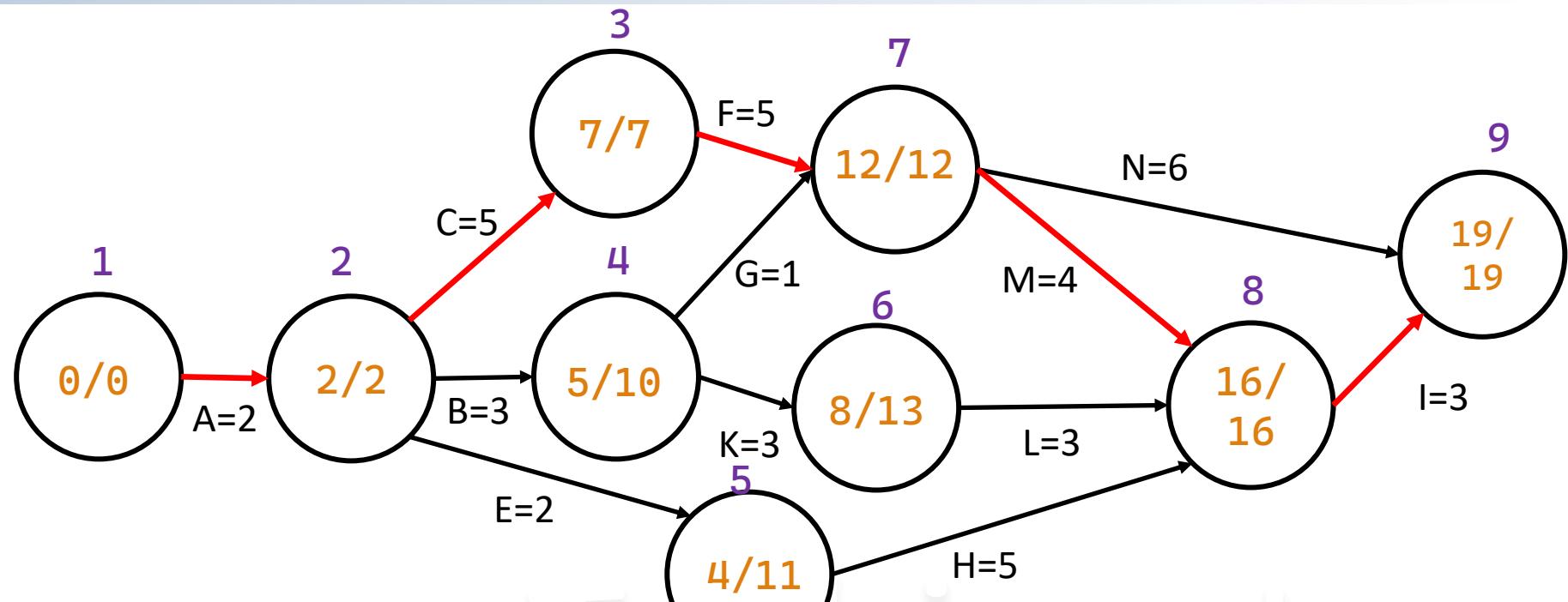
برای مدت زمان ۵ ماه **۱۲,۰۰۰** دلار به ازای واحد  $D^2$  است.  
برای مدت زمان تمدید شده (۸ ماه):

$$P = \frac{C}{D^2} = \frac{300,000}{8^2} = 4687$$

## کاربردهای عملی در مدیریت پروژه‌های نرم‌افزاری

1. نظارت بر کارایی هزینه : استفاده از فرمول  $\frac{C}{D}$  برای ردیابی تخصیص بودجه ماهانه یا هفتگی.
2. تصمیم‌گیری برای تمدید مدت زمان : استفاده از فرمول  $\frac{C}{D^2}$  برای پروژه‌هایی که تأخیرات باعث افزایش نمایی هزینه‌ها می‌شود، مانند پروژه‌هایی که جریمه‌ها یا درخواست‌های منابع اضافی دارند.
3. برنامه‌ریزی سناریو و تحلیل ریسک : اعمال این فرمول‌ها در تأخیرات فرضی پروژه برای پیش‌بینی نتایج مالی و انجام تنظیمات پیشگیرانه.

# کاهش زمان تکمیل



چگونه می توانیم بر اساس رابطه هزینه-زمان، زمان اتمام این پروژه یا زیر پروژه را با حداقل هزینه اضافی به مدت یک هفته کاهش دهیم؟  
فرض کنید زمان را می توان در هر هفته کاهش داد.

فعالیت	هزینه دلار	رابطه هزینه بر زمان
A	1200	معکوس درجه دوم
B	4000	معکوس خطی
C	4000	معکوس خطی
E	3000	معکوس درجه دوم
F	2000	معکوس خطی
G	6000	معکوس درجه دوم
K	1800	معکوس درجه دوم
H	2000	معکوس خطی
L	4200	معکوس درجه دوم
M	6000	معکوس خطی
N	8000	معکوس درجه دوم
I	2000	معکوس درجه دوم

## راه حل:

هزینه کاهش فعالیت A از ۲ به ۱:

- $1200 = \frac{C}{D^2} \Rightarrow C = 1200 * 4 = 4800$
- $P = 4800 / 1^2 = 4800$
- Extra price =  $4800 - 1200 = 3600$

هزینه کاهش فعالیت C از ۵ به ۴:

- $4000 = \frac{C}{D} \Rightarrow C = 20000$
- $P = 20000 / 4 = 5000$
- Extra Price =  $5000 - 4000 = 1000$

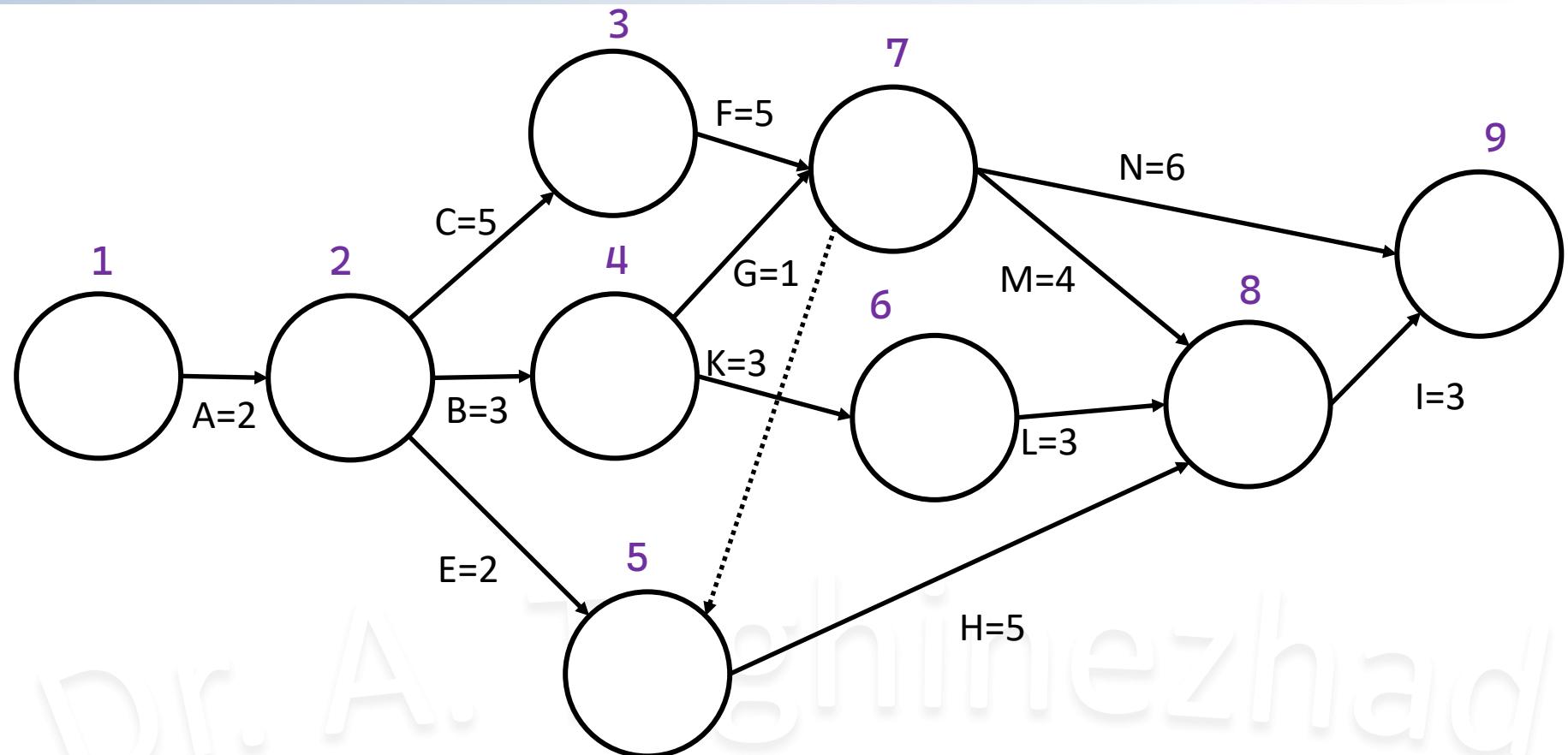
هزینه کاهش فعالیت F از ۵ به ۴:

- $2000 = \frac{C}{D} \Rightarrow C = 10000$
- $P = 10000 / 4 = 2500$
- Extra Price =  $2500 - 2000 = 500$

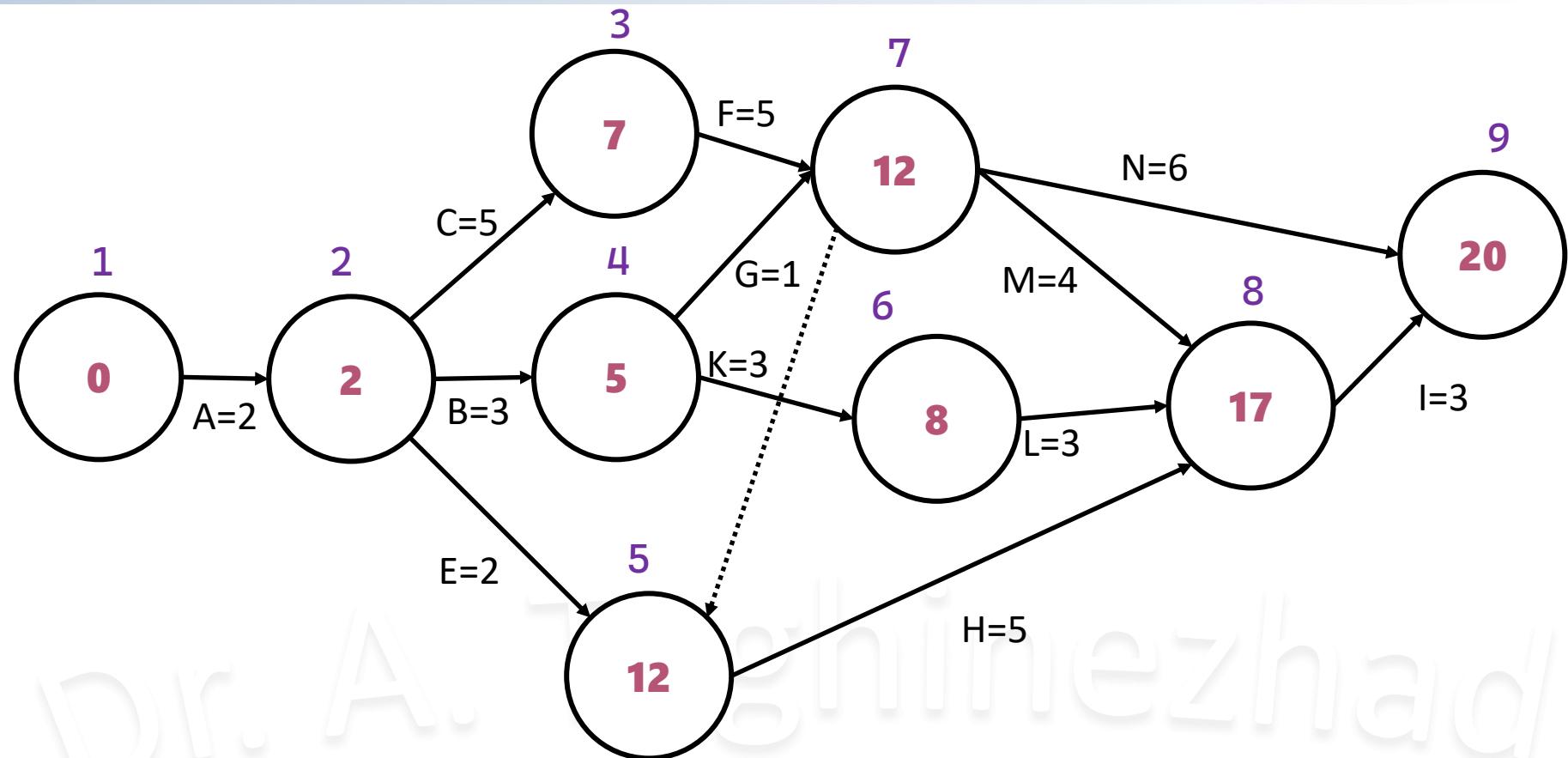
## راه حل: ادامه

- هزینه کاهش فعالیت M از ۴ به ۳:
- $6000 = C/D \Rightarrow C = 24000$ 
  - $P = 24000/3 = 800$
  - Extra Price =  $8000 - 6000 = 2000$
- هزینه کاهش فعالیت M از ۳ به ۲:
- $2000 = \frac{C}{D^2} \Rightarrow C = 2000 * 9 = 18000$ 
  - $P = 18000/22 = 4500$
  - Extra Price =  $4500 - 2000 = 2500$
- بهترین انتخاب کاهش فعالیت F از ۵ هفته به ۴ هفته با هزینه ۵۰۰ دلار است

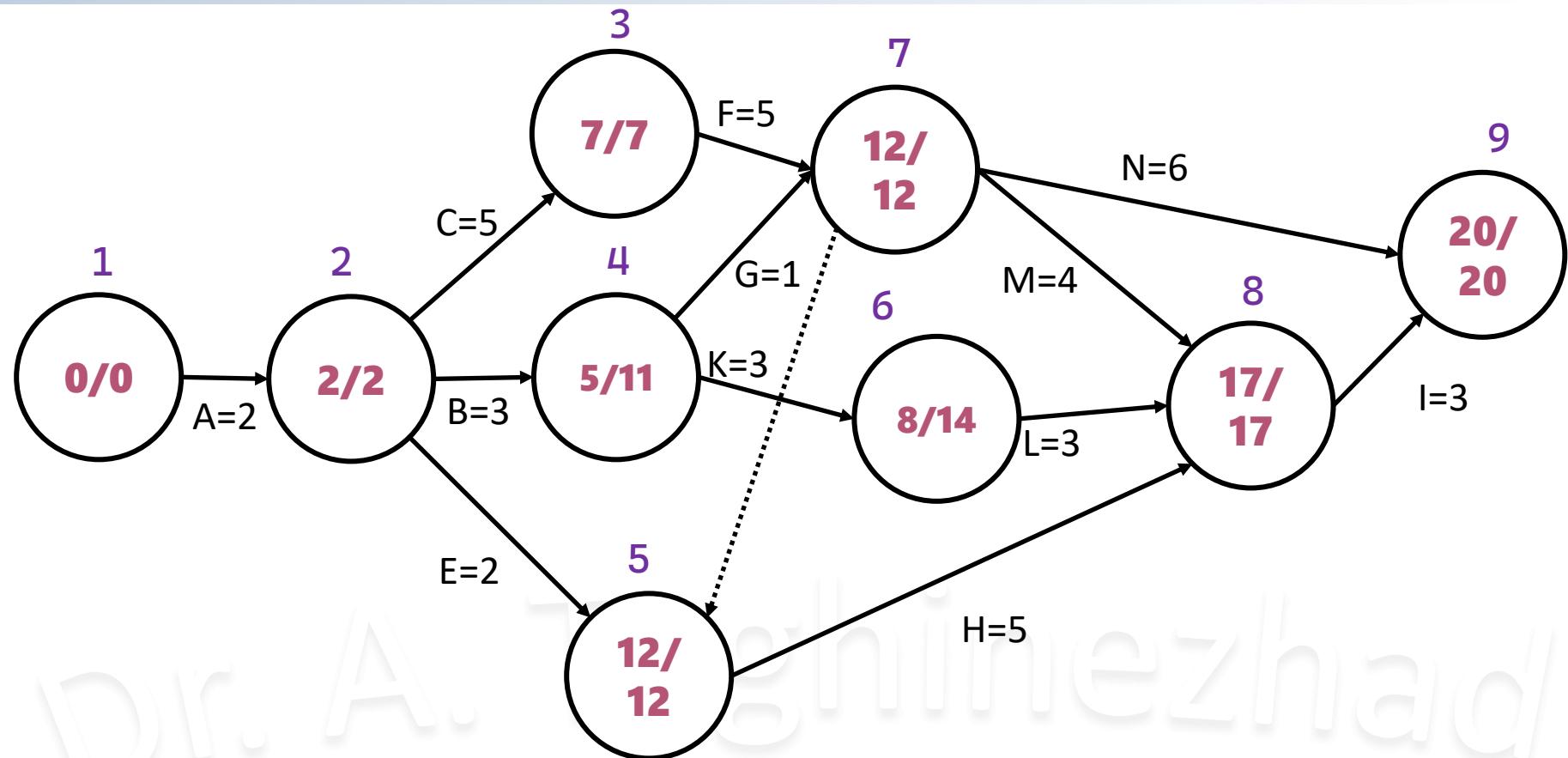
## مثال ۲



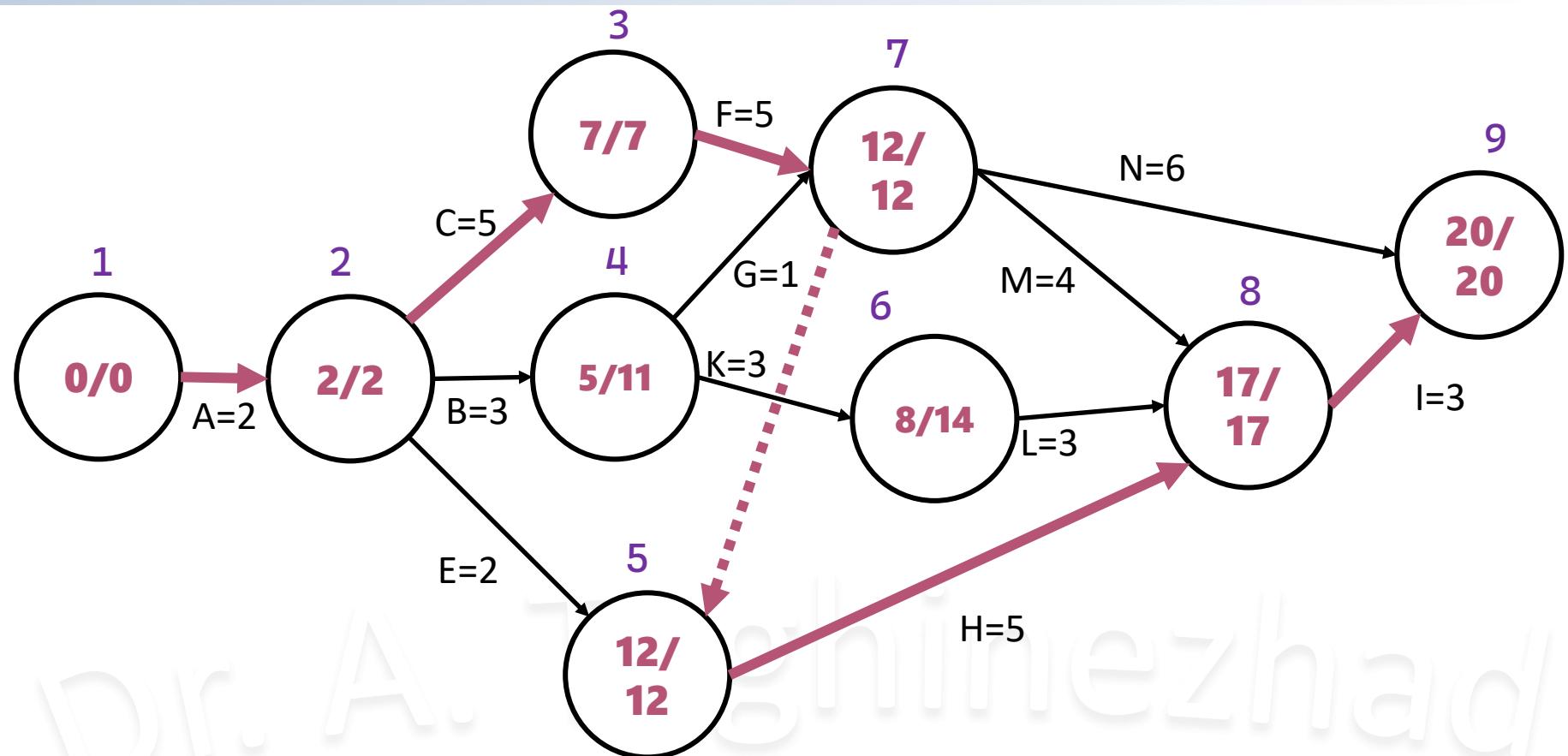
## مثال ۲



## مثال ۲



## مثال ۲

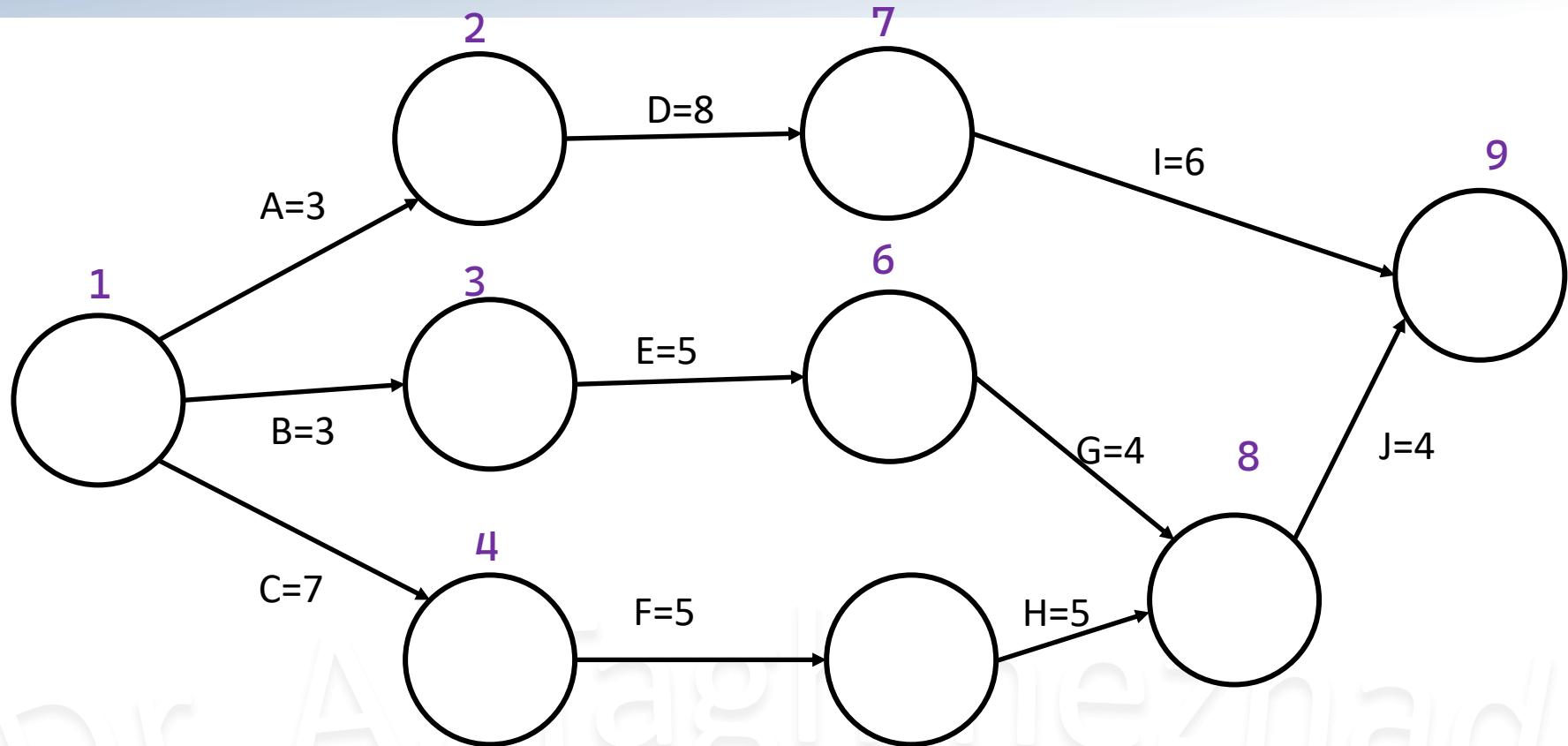


One critical Path A-C-F-D-H-I with length 20

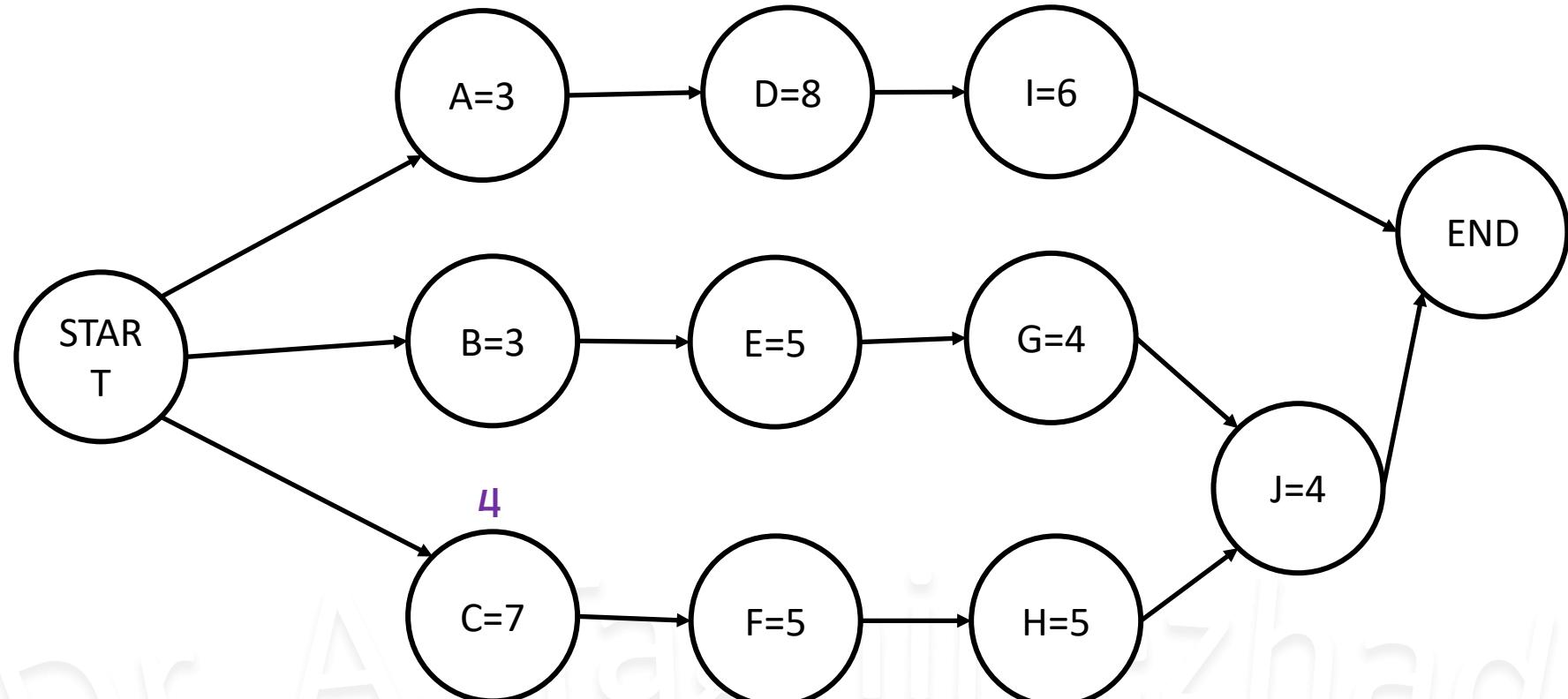
### مثال ۳

فعالیت	وظایف پیشینیان (وابستگی ها)	زمان بر اساس هفته
A	-	3
B	-	5
C	-	7
D	A	8
E	B	5
F	C	5
G	E	4
H	F	5
I	D	6
J	G-H	4

### مثال ۳ نمودار پرت با استفاده از فعالیت روی کمان‌ها



### مثال ۳ نمودار پرتو با استفاده از فعالیت روی گره‌ها



پایان



Dr. A. Taghinezhad  
Disease progression model