برنامه ریزی و کنترل پروژه

جزوه شماره ۶– PERT

تکنیکهای اولیهٔ زمانبندی پروژه در اواخر دههٔ ۱۹۵۰ میلادی ابداع شدند. اولین روش نظام‌مند که در جهت زمانبندی پروژه با هدف بهینگی توسعه داده شد، روش مسیر بحرانی[1] می‌باشد. این روش که تجزیه و تحلیل مسیر بحرانی نیز نام دارد[2] نتیجهٔ همکاری دوپونت[3] و رمینگتون رند[4] در سال ۱۹۵۷ میلادی است. در این روش مدت انجام فعالیتها به صورت یک مقدار عددی تخمین زده می شود و فرض می شود که تغییرات این مدت بسیار ناچیز و قابل چشم پوشی است. این شرایط در پروژه هایی عینیت دارد که سابقاً نمونه ای شبیه به آنها اجرا شده و یا تجاربی از مدت اجرای فعالیتها در دست باشد.

همزمان با معرفی روش مسیر بحرانی در زمانبندی پروژه ها، نیروی دریایی ایالات متحده با همکاری مشاوران مدیریت بوز آلن همیلتون[5] و همینطور شرکت هواپیماسازی لاکهید[6] ، تکنیک ارزیابی و مرور پروژه[7] را در زمانبندی پروژهٔ زیردریایی پولاریس ارایه کرد. موفقیت این روش در زمانبندی پروژهٔ پولاریس به گسترش استفاده از این روش در سالهای بعد منتهی شد. کاربرد اصلی روش ارزیابی و مرور برنامه در پروژه‌هایی است که عدم قطعیت در مدت انجام فعالیتها وجود دارد و نمی توان از یک مقدار عددی ثابت برای تخمین زمان انجام فعالیتها استفاده کرد.

---

[1] Critical Path Method (CPM)
[2] Critical Path Analysis (CPA)
[3] De Pont
[4] Remington Rand
[5] Booz-Allen Hamilton
[6] Lockheed Corporation
[7] Program Evaluation & Review Technique (PERT)

مثال

فعالیت طراحی موتور جدید در یک پروژه تحقیقاتی .

از ۱۰ نفر کارشناس مربوطه در خصوص مدت زمان فعالیت نظرخواهی شده و اطلاعات زیر حاصل شده است.

مدت زمان فعالیت (ماه)	تعداد کارشناس داراي نظر	درصد کارشناسان داراي نظر
1	1	10/0
2	2	20/0
3	5	50/0
5	1	10/0
6	1	10/0

میانگین وزنی مدت زمان= ۳/۱

واریانس مدت زمان= ۱/۲

استفاده از تخمین سه زمانه

در روش PERTغالباًاز ۳ تخمین برای مدت زمان فعالیت استفاده می‌کنند:

زمان خوش بینانه (a) Optimistic Time **:**

تعداد کمی از کارشناسان این حدس را زده‌اند و این تعداد با دید خوشبینانه زمان را پیش بینی کرده اند. و این زمان کمترین مقدار است.

زمان محتمل (m) Most Likely Time **:**

زمانی که بیشترین تعداد کارشناسان این حدس را زده‌اند و یا در بیشتر مواقع زمان انجام فعالیت این باشد.

زمان بد بینانه (b) Pessimistic Time **:**

تعداد کمی از کارشناسان این حدس را زده‌اند و این تعداد با دید بدبینانه زمان را پیش بینی کرده اند. و این زمان بیشترین مقدار است.

مثال

فعالیت طراحی موتور جدید در یک پروژه تحقیقاتی .

از ۱۰ نفر کارشناس مربوطه در خصوص مدت زمان فعالیت نظرخواهی شده و اطلاعات زیر حاصل شده است.

مدت زمان فعالیت (ماه)	تعداد کارشناس داراي نظر	درصد کارشناسان داراي نظر
1	1	%10
2	2	%20
3	5	%50
5	1	%10
6	1	%10

a=1

m=3

b=6

فرمولهای تقریب میانگین و واریانس فعالیتها

میانگین مدت زمان فعالیت $E(D)= (a+4m+b)/6$

واریانس مدت زمان فعالیت

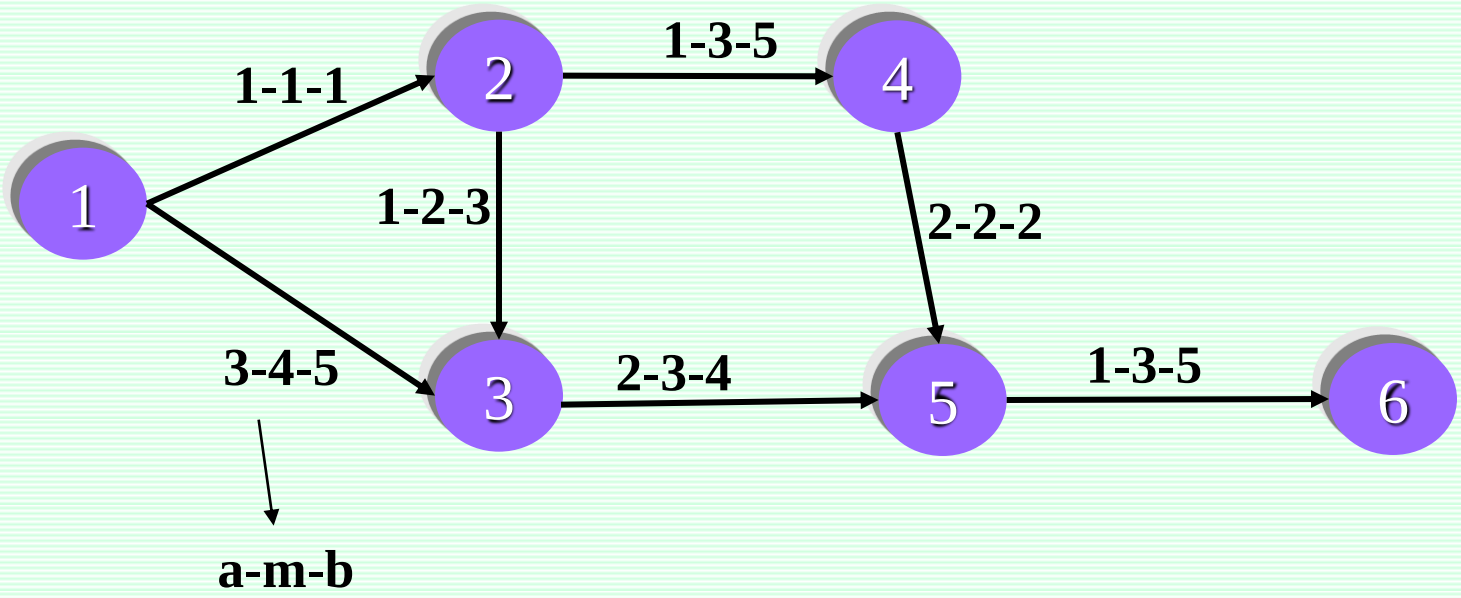
$Var(D)= [(b-a)/6]^2$ سیستم بازه ٪۰ تا ٪۱۰۰

$Var(D)= [(b-a)/3.2]^2$ سیستم بازه ٪۵ تا ٪۹۵

محاسبات زمانبندی در *PERT*

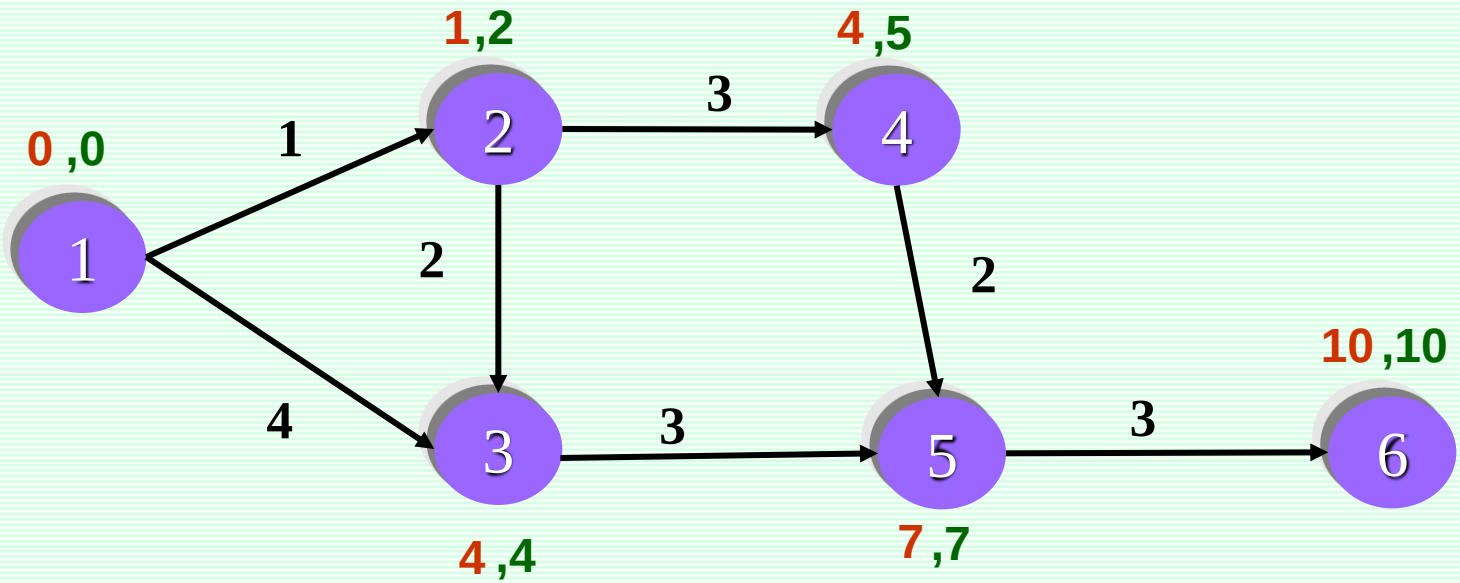
گام اول در محاسبات PERT محاسبه میانگین و انحراف معیار فعالیتهاست.
گام دوم محاسبات رفت و برگشت با استفاده از میانگین زمان فعالیتهاست.
گام سوم تشخیص مسیر بحرانی است.
گام چهارم انجام تحلیل ها می‌باشد.

مثال

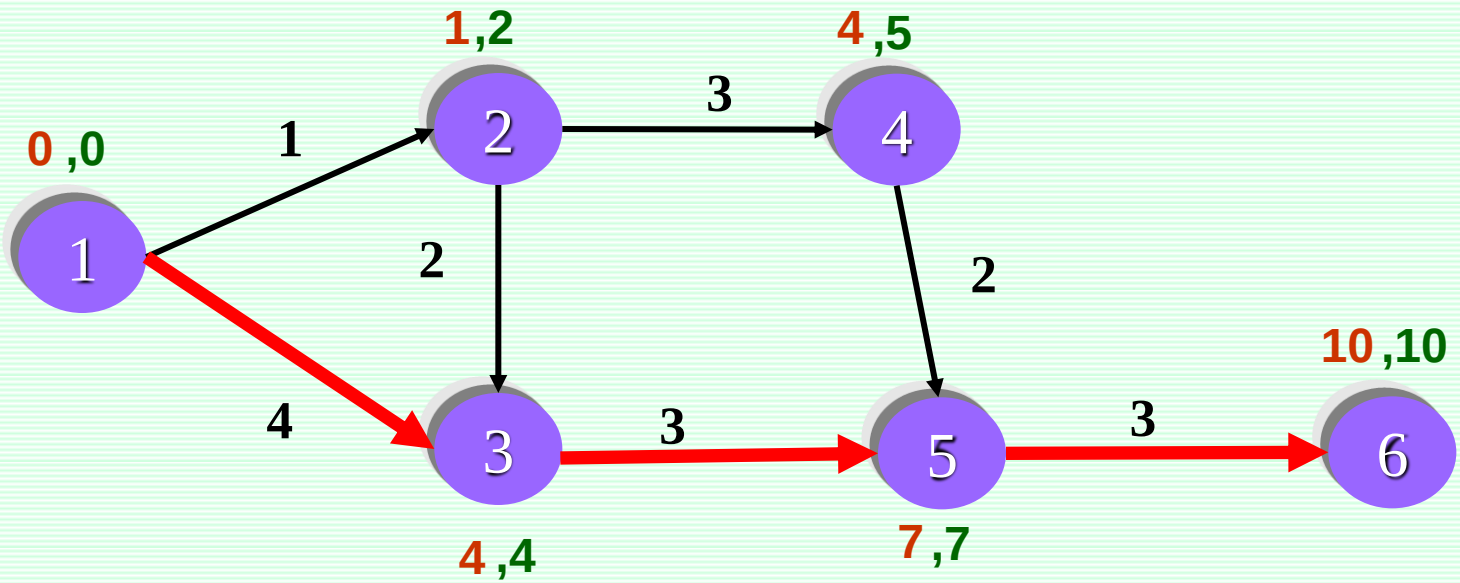


سیستم بازه ٪۰ تا ۱۰۰٪

فعالیت	1-2	1-3	2-3	2-4	3-5	4-5	5-6
میانگین مدت زمان	1	4	2	3	3	2	3
واریانس مدت زمان	0	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{1}{9}$	0	$\frac{4}{9}$


0 ,0
1
1,2
2
4 ,5
4
10 ,10
6
4 ,4
3
7 ,7
5
1
3
2
4
3
2
3

تشخیص مسیر بحرانی



مسیرهای بحرانی شامل فعالیتهای ۳-۱ و ۵-۳ و ۶-۵ میباشد.

مدت زمان اجرای پروژه برابر است با مجموع فعالیتهای مسیر بحرانی.

اگر T برابر مدت زمان اجرای پروژه تعریف شود می‌توان گفت که T برابر مدت زمان مسیر بحرانی است یا به عبارتی T برابر مجموع مدت زمان فعالیتهای مسیر بحرانی است و چون زمان فعالیتها متغیر تصادفی(احتمالی)می‌باشد و مدت زمان آنها از هم مستقل است طبق قضیه حد مرکزی T دارای توزیع نرمال با میانگین زمان مسیر بحرانی و واریانس برابر مجموع واریانسهای فعالیتهای مسیر بحرانی است.

T=D(1-3)+D(3-5)+D(5-6)

$E[T]=E[D(1-3)]+E[D(3-5)]+E[D(5-6)]$ $E[T]=4+3+3=10$

$Var[T]=Var\,[D(1-3)]+Var\,[D(3-5)]+Var\,[D(5-6)]$ $Var[T]=\frac{1}{9}+\frac{1}{9}+\frac{4}{9}$

$=\frac{6}{9}$

$T \sim N(10, \frac{6}{9})$

$$P(T \le H) = P(Z \le \frac{H - E(D)}{\sqrt{Var(D)}})$$

با چه احتمالی پروژه در کمتر از ۱۱ روز به اتمام میرسد؟

$$P(T \le 11) = P(Z \le \frac{11-10}{\sqrt{\frac{6}{9}}}) = P(Z \le 1.5) = 0.93$$

با چه احتمالی پروژه بین ۹ تا ۱۱ روز به اتمام میرسد؟

$$P(9 \le T \le 11) = P(\frac{9-10}{\sqrt{\frac{6}{9}}} \le Z \le \frac{11-10}{\sqrt{\frac{6}{9}}}) = P(-1.5 \le Z \le 1.5)$$

$$= P(Z \le 1.5) - P(Z \le -1.5) = 0.93 - 0.07 = 0.86$$

زمانی که به احتمال ۹۰ درصد پروژه قبل از آن به اتمام رسیده است؟

$$P(T \le H) = P(Z \le \frac{H-10}{\sqrt{\frac{4}{9}}}) = 0.90$$

$$\frac{H-10}{\sqrt{\frac{4}{9}}} = 1.28 \quad \Rightarrow \quad \textbf{H=10.85}$$

سایر موارد

خطا در محاسبات PERT

شبیه سازي مونت کارلو در PERT

GERT