Www.iepnu.ir

مدیریت و کنترل پروژه

مدرس بهداد مسگریان

سطوح برنامه ریزی:

تلاش برای رسیدن به اهداف در سه سطح زیر برنامه ریزی می شود:

۱) **برنامه ریزی بلندمدت:** تصمیمات بلندمدت و استراتژیکی که برای تعیین هدف گرفته می شوند و دارای افق زمانی ۱۵ تا ۲۵ سال است که در زمان حال در نظام بودجه ی ایران به آن برنامه گویند و جنبه کیفی دارد مانند برنامه ی توسعه ی شبکه ی راههای کشور

۲) **برنامه ریزی میان مدت:** شامل تصمیماتی است که در راستای برنامه ریزی بلندمدت و در افق زمانی ۵ تا ۱۰ سال گرفته می شود که در زمان حال در نظام بودجه ی ایران به آن طرح گویند مانند طرح احداث راههای اصلی

۳) **برنامه ریزی کوتاه مدت:** شامل فعالیتهای مرتبط و منطقی می باشد که در راستای برنامه ریزی کوتاه مدت انجام آنها برای رسیدن به هدف ضرورت دارد که در نظام بودجه ی ایران به آن پروژه گویند مانند پروژه اتوبان شیراز- اصفهان

کارهایی که در طول زمان انجام می شود به ۲ دسته تقسیم می شود:

۱) کارهایی که مداوم و مستمرند: مانند کارهایی که برای تولید در یک کارخانه در یک روز انجام می شوذ

۲) کارهایی که منحصر به فرد هستند: این کارها منحصر به فرد و غیرتکراری اند مانند احداث کارخانه

تعریف پروژه : فرایندی منحصر به فرد که شامل فعالیت هایی مشخص و منطقی ودارای تاریخ های شروع و پایان مشخص است که انجام آنها برای رسیدن به هدفی منطبق با الزامات ضرورت دارد و دارای محدودیت های زمان، منابع، هزینه و کیفیت است.

زیرپروژه : پروژه های بزرگ را به جهت راحتی در مدیریت به اجزاء تقسیم می کنند که هر جزء را یک زیرپروژه گویند که دقیقاَ هر زیرپروژه حکم یک پروژه را دارد.

اعضای تیم پروژه در دو سازمان به شرح زیر عضو می شوند:

۱) **سازمان پروژه** : که این سازمان وظیفه ی تعیین کارها ی فنی و فعالیت های لازم برای انجام پروژه را به عهده دارد.

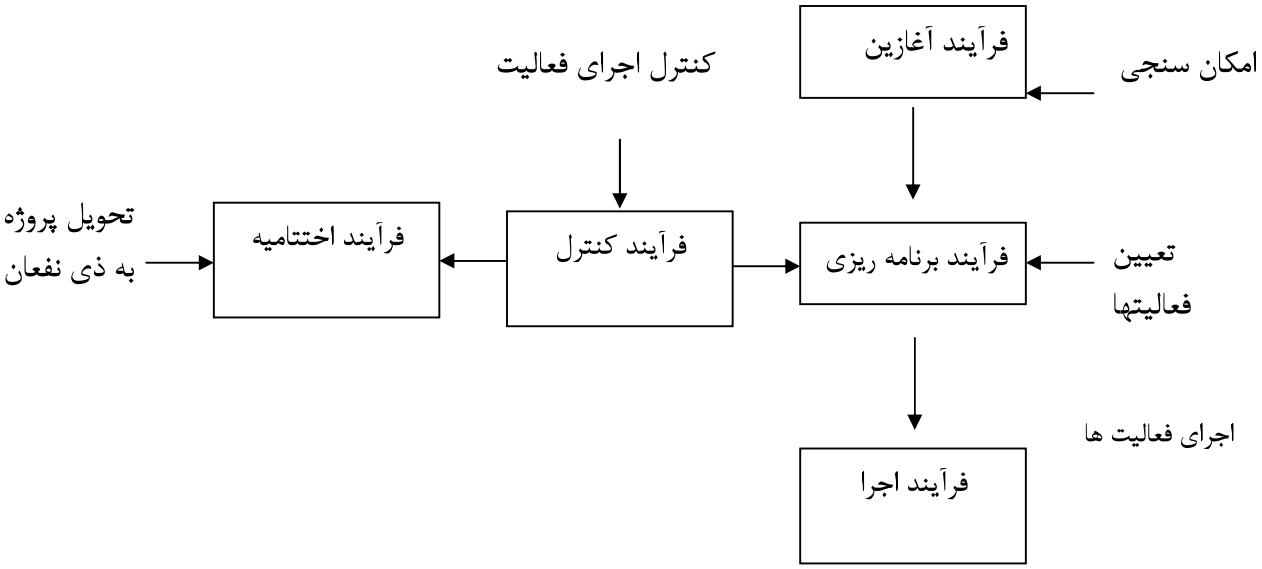
۲) **سازمان ایجادکننده**: این سازمان وظیفه ی هدایت و کنترل پروژه را به عهده دارد.

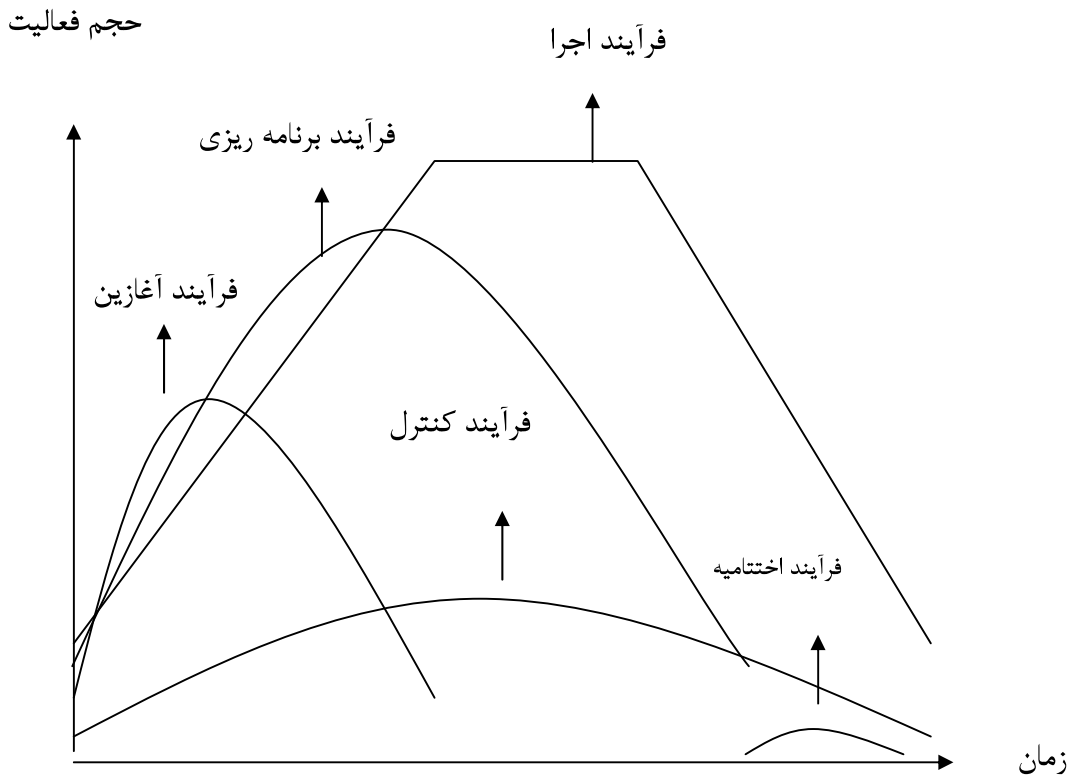
نکته : اگر پروژه کشاورزی یا عمرانی باشد مهندسین صنایع تنها می توانند در سازمان ایجادکننده عضو شوند اما اگر پروژه صنعتی باشد مهندسین صنایع می توانند در هر دو سازمان عضو باشند.

ذی نفعان پروژه : فردی یا گروههای که از موفقیت پروژه سود می برند و از شکست آن زیان می برند را ذی نفعان پروژه گویند. اگر پروژه ملی باشد ذی نفعان ملت هستند اما اگر پروژه خصوصی باشد ذی نفعان سرمایه گذاران هستند.

فرآیندهای مدیریت و کنترل پروژه :

برای انجام پروژه ضرورت دارد که پنج فرآیند به ترتیب و درست اجرا می شود.





منحنی زیست فرآیندهای مدیریت پروژه

روش شناسایی پروژه : ضرورت دارد که چهارچوب کلی پروژه مشخص شود که از آن به عنوان روش شناسایی پروژه نام برده می شودو شامل مراحل زیر است:

*۱) تدوین و تعریف مسئله : در این مرحله هدف وعنوان و موضوع پروژه و لزوم انجام آن تشریح می شود که ضرورت دارد ذی نفع یا نمایندگان ذی نفع در جلسه ای شرکت کرده و اطلاعات لازم جمع آوری شود.

*۲) امکان سنجی : در این مرحله شرایط انجام پروژه از نظر اقتصادی اجتماعی سیاسی و زیست محیطی مورد بررسی قرار می گیرد.

*۳) برنامه ریزی: در این مرحله ریزفعالیت های اجرایی که برای انجام پروژه ضرورت دارد مشخص می شوند و نیز تقدم و تاخر فعالیت ها مشخص می شود به عنوان مثال مقرر شده که کارخانه ی صنعتی در شهرک صنعتی کرمانشاه برای تولید قطعات خودرو احداث شود ما در برنامه ریزی ریزفعالیتها را به ترتیب زیر مشخص می کنیم.

۱) جمع آوری اطلاعات کلیدی

۲) طراحی محصول

۳) تصمیم گیری در مورد ساخت یا خرید قطعات وماشین آلات

۴) طراحی فرآیند

۵) طراحی برنامه

۶) معرفی نحوه ی جریان مواد

۷) تعیین نوع استقرار ماشین آلات

۸) طراحی سیستم حمل و نقل و ...

*۴) اجرا : در این مرحله فعالیت های برنامه ریزی شده اجرا می شوند.

*۵) کنترل و نظارت: این مرحله همزمان با مرحله ی اجرا شروع می شود و در صورت عدم مغایرت پروژه به اتمام می رسد.

مراحل انجام پروژه درسی به عنوان کار عملی دانشجویان محترم:

۱) تدوین و تعریف مسئله و امکان سنجی پروژه

۲) برنامه ریزی پروژه

الف: تشکیل WBS

ب: رسم شبکه پروژه به یکی از روشها

ج: برآورد زمان، منابع، هزینه ها برای تک تک فعالیت ها

د: زمان بندی شبکه

ذ: تخصیص منابع

ر: تسطیح منابع

۳) تهیه نمودار گانت

۳) بیان پیشنهاداتیی که منجر به انجام پروژه در زمان کوتاهتر یا با هزینه کمتر می شود.

چگونه یک پروژه را آغاز کنیم؟

این مرحله مهمترین مرحله ی انجام پروژه است که در صورت اشتباه صد در صد پروژه با مشکل و شکست مواجه می شود. این فرآیند شامل مراحل زیر است:

۱) تهیه مستندات کسب و کار: در این مرحله ضرورت و لزوم انجام پروژه مشخص می شود که با تشکیل جلسه مدیر تعیین می شود و هدف و موضوع پروژه در قالب مستندات ارائه می شود.

۲) انجام مطالعات و امکان سنجی : در این مرحله شرایط اقتصادی سیاسی زیست محیطی و فرصتها و تهدیدها مشخص می شود و نیز زمان و منابع و هزینه و سطح کیفیت موردنیاز مشخص می شود.

۳) تهیه منشور پروژه : منشور پروژه در واقع مشخص کننده ی استراتژی ها و چشم اندازها، نیروها و تخصص های موردنیاز، مسئولیت ها و وظایف هر عضو، لزوم انجام پروژه، ذی نفعان پروژه، هدف پروژه می باشد که به صورت نوشتاری تهیه می شود.

۴) تشکیل تیم پروژه : در این مرحله با توجه به مهارتها، تخصصهای موردنیاز برای انجام پروژه که در مرحله ی قبل توسط مدیرپروژه در قالب منشور پروژه مشخص شده گزینش و استخدام می شوند.

۵) استقرار تیم پروژه : یک محیط فیزیکی به جهت برگزاری جلسات و برقراری ارتباطات بین اعضای تیم باید فراهم شود که برحسب شرایط می توان از محیط مجازی نیز استفاده کرد که در این صورت ارتباط از طریق تلفن و شبکه های مجازی برقرار می شود.

۶) بررسی فرآیند آغازین : در این مرحله یک بررسی کلی از مراحل قبل انجام می شود و در صورت عدم وجود مشکل قراردادهای لازم منعقد می شود.

Www.iepnu.ir

چگونه یک پروژه را برنامه ریزی کنیم؟

در این مرحله فعالیت های موردنیاز برای اجرای پروژه مشخص می شود و زمان لازم برای انجام هر فعالیت و منابع و هزینه ی موردنیاز برای انجام فعالیت مشخص می شود.

مرحله اول ← برنامه ریزی سازمان: در این مرحله وظایف هر کدام از اعضای تیم مدیریت و کنترل پروژه مشخص می شود و نمودار سازمانی پروژه و شرح وظایف هم تنظیم می شود.

مرحله دوم ← تعیین و تشخیص فعالیتهای پروژه: فعالیت کوچکترین جزء عملیاتی پروژه است که برای انجام شدن نیاز به زمان، منابع، هزینه دارد برای تعیین فعالیتهای پروژه از فن WBS استفاده می شود.

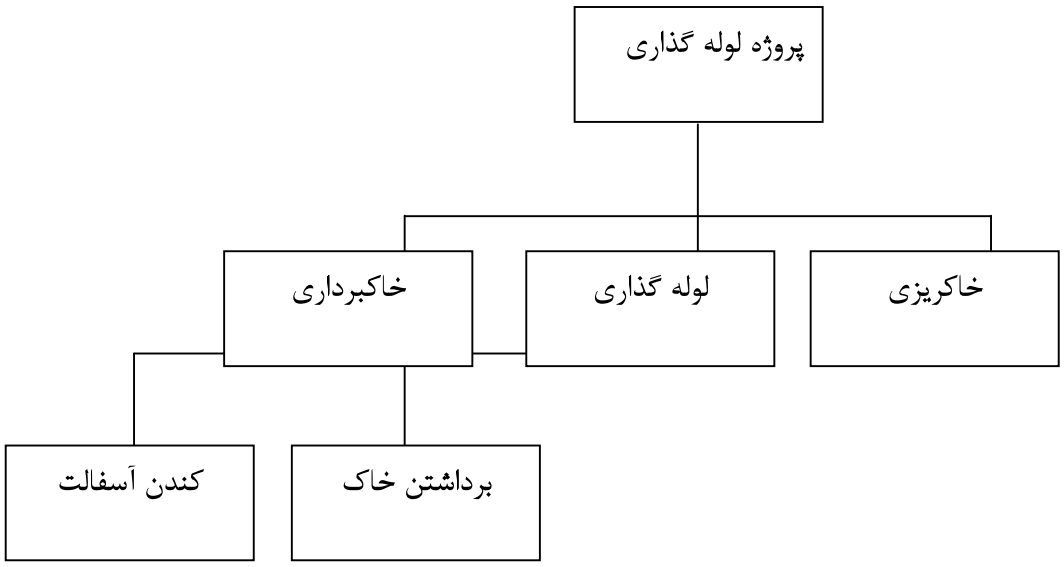
WBS: Work Break down Structure ساختار شکست کار

تشکیل WBS:

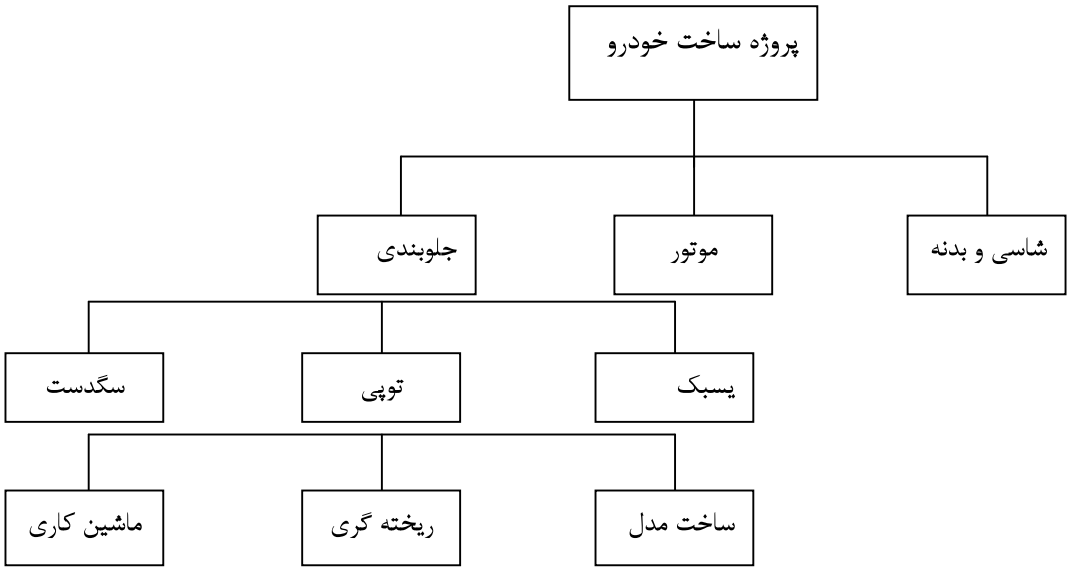
- براساس مراحل اجرایی پروژه
- براساس محصولات پروژه
- براساس واحدهای پروژه

www.iepnu.ir

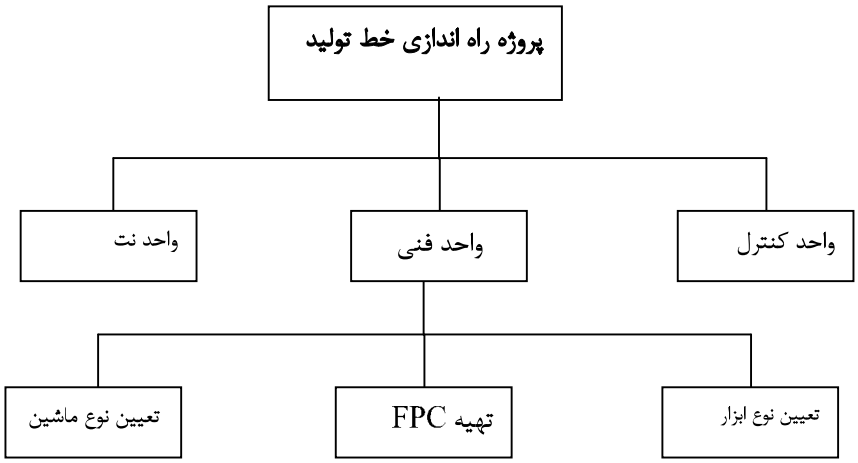
براساس مراحل اجرای پروژه



بـر اسـاس محصولات پـروژه



براساس واحد پروژه



تهیه WBS برای احداث یک پروژه صنعتی:

۱) امکان سنجی

۱-۱ مطالعه بازار

۱-۲ مطالعات اقتصادی

۱-۳ مطالعات تکنولوژی

۲) جمع آوری اطلاعات کلی و اساسی

۳) طراحی محصول

۴) تعیین قطعات ساختنی و خریدنی

۵) طراحی فرآیند

۶) طراحی برنامه [از محصول ما چه مقدار و در چه زمانی باید تولید کنیم]

۷) معرفی نحوه جریان مواد

۸) تعیین نوع استقرار ماشین آلات

۹) طراحی سیستم حمل و نقل درونی و بیرونی.....

مرحله سوم← تهیه شبکه پروژه : شبکه پروژه یک نمای گرافیکی است که فعالیت ها و روابط پیش نیازی و پس نیازی آنها وتقدم و تأخر، را نمایش می دهد.

لازم است که به هر فعالیتی به ترتیب زیر یک کد اختصاص داده شود.

$$A-B-.....-Z$$
$$a_1-b_1-.....-z_1$$
$$a_2-b_2-.....-z_2$$
$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$
$$a_n-b_n-.....-z_n$$

کدفعالیت	عنوان فعالیت	فعالیت پیش نیاز	فعالیت پس نیاز
A	امکان سنجی		
A۱	مطالعات بازار		
A۲	مطالعات اقتصادی		
A۳	مطالعات تکنولوژی		
B	جمع آوری اطلاعات کلی و اساسی	A۱ – A۲ – A۳	C
C	طراحی محصول		
D	طراحی فرآیند		

زمان / فعالیت	قطعی	احتمالی
قطعی	CPM	PERT
احتمالی	GERT	Simulation

Critical Path Methodروشهای رسم شبکه

- روش برداری (AOA)

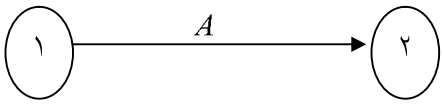
- روش گرهی(AON)

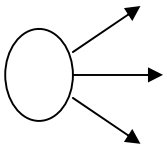
- روش همپوشانی (PN)

نکته:روش همپوشانی همان روش گرهی است اما دقیق تر و جزئی تر

روش رسم شبکه برداری (AOA) : Activity On Arc

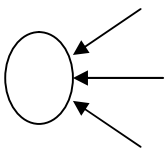
در رسم شبکه برداری برای نمایش فعالیت ها از بردار استفاده می شود که هر بردار دارای یک گره (واقعه یا رویداد) شروع و یک گره (واقعه یا رویداد)پایانی است.



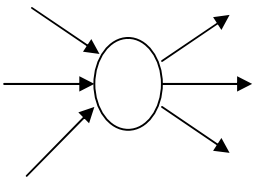


* اگر از یک گره چندین بردار خارج شود به آن گره جوششی گویند.

* اگر به یک گره چندین بردار ختم شود به آن گره پوششی گویند.



* اگر به یک گره چندبردار ختم شود و از آن چند بردار خارج شوند به آن گره مرکب گویند.



قوانین رسم شبکه های برداری :

۱) هر بردار نشان دهنده یک فعالیت است.

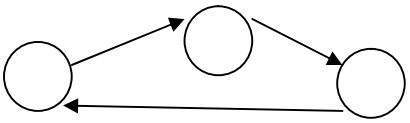
۲) زمانی می توان فعالیتی را رسم کرد که کلیه فعالیت های پیش نیاز آن رسم شده باشند.

۳) طول بردار یا زاویه بردار نشان دهنده هیچ موضوع خاصی نیست.

۴) هیچکدام از گره ها نمی توانند شماره یکسان داشته باشند.

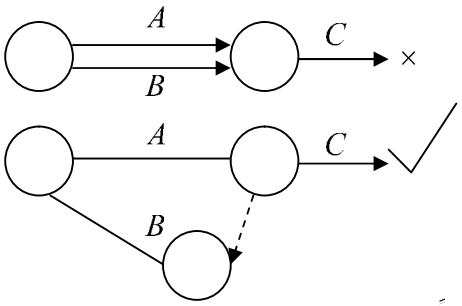
۵) هر شبکه دارای یک گره شروع و یک گره پایان است.

۶) درون شبکه نباید حلقه به وجود آید.



۷) بردارها تا حد امکان باید یکدیگر را قطع نکنند.

۸) بین دو گره یک بردار بیشتر نباید رسم شود.



برای برطرف کردن این مشکل از بردار مجازی استفاده می شود .

تمرین : چرا بین دو گره یک بردار بیشتر نباید رسم شود؟

بردار مجازی فعالیت نیست پس نیاز به زمان، منابع و هزینه ندارد صرفاً برای نمایش ارتباط بین فعالیتها استفاده می شود. تا حد ممکن باید تعداد بردارهای مجازی را کم کرد.

تمرین : چرا تا حد ممکن باید تعداد بردارهای مجازی را کم کنیم؟

مثال : شبکه زیر را رسم کنید؟

فعالیت	A	B	C	D	E	F
پیش نیاز	-	-	-	A	A,B	B,C

فعالیت	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
پیش نیاز	-	-	-	B	D C	D	A	A	G	I F	E F

مثال : شبکه زیر را رسم کنید؟

فعالیت	A	B	C	D	E	F
پیش نیاز	- 	-	A B	C	D	C

فعالیت	A	B	C	D	E	F	H	M	L
پیش نیاز	-	D	A B	-	D	A H	-	C E	K

مثال : پروژه ای شامل ۱۴ فعالیت n, …,b,a می باشد، روابطی که بین این فعالیتها وجود دارد در زیر آمده است با توجه به توضیحات شبکه را رسم کنید.

الف) فعالیت a اولین فعالیت است.

ب) فعالیت B,C می توانند به طور موازی و بلافاصله پس از فعالیت a انجام شوند.

ج) فعالیتهای F,E,D بعد از B انجام می گردند.

د) فعالیت j بعد از فعالیت E قابل انجام است.

ح) فعالیت h بعد از b انجام می شود ولی نمی توانند شروع شود مگراینکه D کامل شوند.

ر) فعالیتهای j,i بعد از فعالیت g انجام می شوند.

ز) فعالیتهای j,f قبل از فعالیت k به اتمام می رسند.

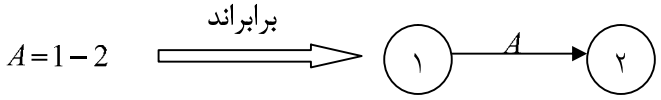
ط) انجام فعالیت L منوط به اتمام فعالیتهای k,i می باشند.

ظ) انجام فعالیت m منوط به انجام فعالیتهای L,K می باشند.

ک) فعالیت n آخرین (فعالیت پروژه) پس از اتمام فعالیتهای c,n قابل اجراست.

فعالیت	A	B	C	D	E	F	G	H
پیش نیاز	-	C	A	A B	C	A B	E	D F

نکته:



مثال:

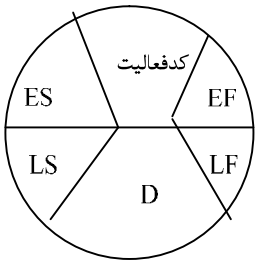
فعالیت	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
پیش نیاز	-	-	-	B,C	B,C	A	A,B	F	D,B	E	E	K,J D	J,D	G,I J	G,H I,J

فعالیت	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
پیش نیاز	-	C	A	G F	A B	B	A B	A C	G	B C	B C	K,F E	E K

فعالیت	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
پیش نیاز	-	C	A	G F	A B	B	A B	A C	G	B C	B C	K,F E	E K

شبکه های گرهی: Activity On Node (AON)

ES	نام یا کد فعالیت	EF
LS	D	LF



مدت زمان انجام فعالیت Duration

زودترین زمان انجام فعالیت Earliest Start

زودترین زمان پایان Earliest Finish

دیرترین زمان شروع Latest Start

دیرترین زمان پایان Latest Finish

در رسم شبکه به روش گرهی شرایط همان شرایط رسم شبکه برداری است اما با ۲ شرط

۱) نیاز به رسم بردار مجازی نداریم

۲) بردارها فقط نشان دهنده روابط بین فعالیتها می باشند که اگر یکدیگر را قطع کنند ایرادی ندارد.

نکته: فعالیت داخل گره نمایش داده می شود.

مثال:

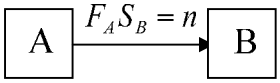
فعالیت	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
پیش نیاز	-	-	A	A B	D	C,D E	F	E G	H	H,G I

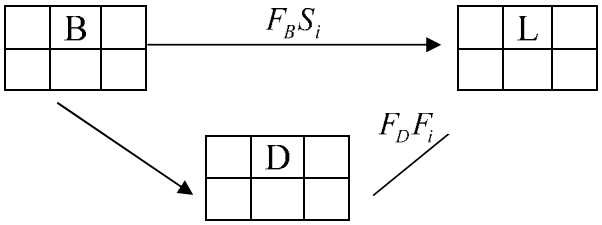
شبکه های هم پوشانی: Precedent Network(PN)

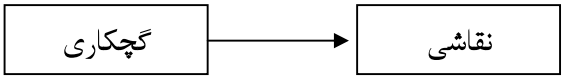
شبکه های هم پوشانی نوعی از شبکه های گرهی هستند که نوع رابطه ای که بین فعالیتها وجود داردددقیق تر است . رابطه پیش نیازی به شرح زیر هستند :

۱- $F_AS_B=n$ (Finish to Start) این رابطه نشان می دهد که از پایان فعالیت A تا آغاز رابطه B باید به اندازه n واحد زمانی گذشته باشد.

فعالیت	پیش نیاز
D	B
L	D,B

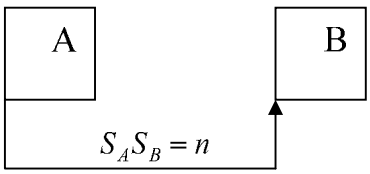




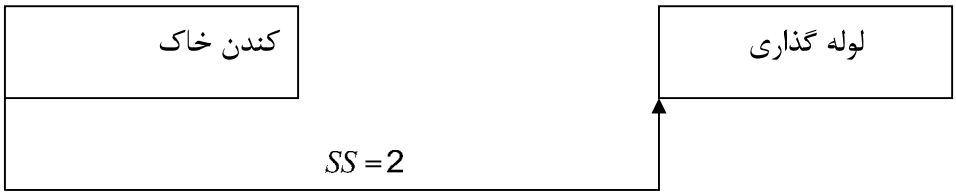


۲- $F_AF_B=n$ (Finish to Finish) این رابطه نشان می دهد که از پایان فعالیت A باید n واحد زمانی گذشته باشد که فعالیت B هم پایان پذیرد.

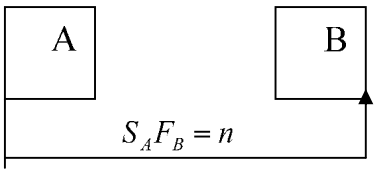
۳- $S_AS_B=n$ (Start to Start) این رابطه نشان دهنده این است که از شروع رابطه A، n واحد زمانی گذشته باشد فعالیت B نیز می تواند شروع شود.

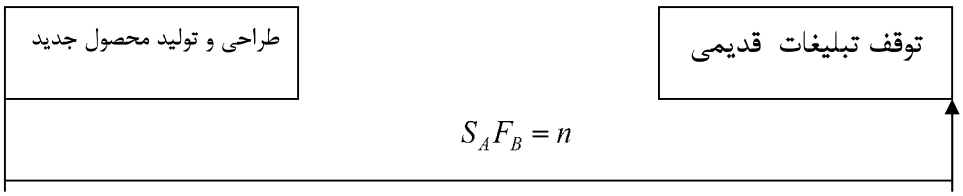


Www.iepnu.ir



۴- $S_AF_B=n$ (Start to Finish) این رابطه نشان می دهد که از شروع فعالیت A باید به اندازه n واحد زمانی گذشته باشد فعالیت Bباید تمام شود.





مثال:

نام فعالیت	A	B	C	D
پیش نیاز	-	-	A,B	B,C

مرحله چهارم زمان بندی و تعیین منابع «برآورد منابع، زمان، هزینه موردنیاز برای فعالیتهای پروژه»:

برآورد زمان، منابع، هزینه یکی از قسمتهای مهم در برنامه ریزی پروژه است.

www.iepnu.ir

راه اول: استفاده از داده های پیشین حاصل از پروژه های قبلی که در این روش تیم پروژه قبلاً پروژه های مشابه ای انجام دادند که با توجه به تشابه پروژه جدید می توان از اطلاعات پروژه های قبلی استفاده کرد.

راه دوم: استفاده از معیارها و شاخصها که در این روش به کمک شاخصهایی که در علم متره و ارزیابی کار در زمان با آنها آشنا شده ایم می توان زمان، هزینه و منابع را برآورد کرد.

راه سوم: استفاده از نظرات کارشناسان و افراد خبره که در این روش لازم است با افرادی که آشنایی به مراحل پروژه دارند مشورت کرده واز طریق آنها اطلاعات موردنظر را کسب کرد.

نکته: در برآوردها حوادث احتمالی و غیرقابل پیش بینی در نظر گرفته نمی شود.

نکته: معیاری که برای برآورد زمان و منابع استفاده می شود برای همه ی فعالیتهای موردنظر باید یکسان باشد.

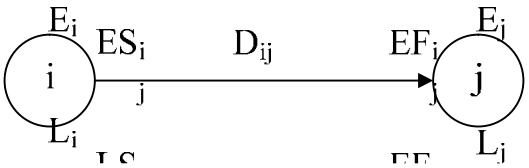
ردیف	نام فعالیت	کدفعالیت	فعالیت پیش نیاز	مدت زمان لازم	منابع موردنیاز	تعداد واحد منابع		هزینه لازم
					نیرو	تعداد	واحد	
						۱۵	نفرساعت	

نکته : هزینه های مستقیم پروژه مربوط به نفرساعت، ماشین آلات، مواد و مصالح می باشد.

مرحله پنجم زمان بندی شبکه:

زمان بندی شبکه برداری : برای زمان بندی شبکه ها از دو روش پیش رو و پس رو استفاده می شود.

روش پیشرو : در روش پیشرو زودترین زمانهای شروع و پایان هر فعالیت و نیز زودترین زمان شروع گره ها محاسبه می شود.



زودترین زمان شروع گره	E=Earliest
زودترین زمان شروع فعالیت	Es=Earliest Start
زودترین زمان پایان فعالیت	EF=Earliest Finish
دیرترین زمان شروع فعالیت	LS=Latest Start
دیرترین زمان پایان فعالیت	LF=Latest Finish
مدت زمان فعالیت	D= Duration

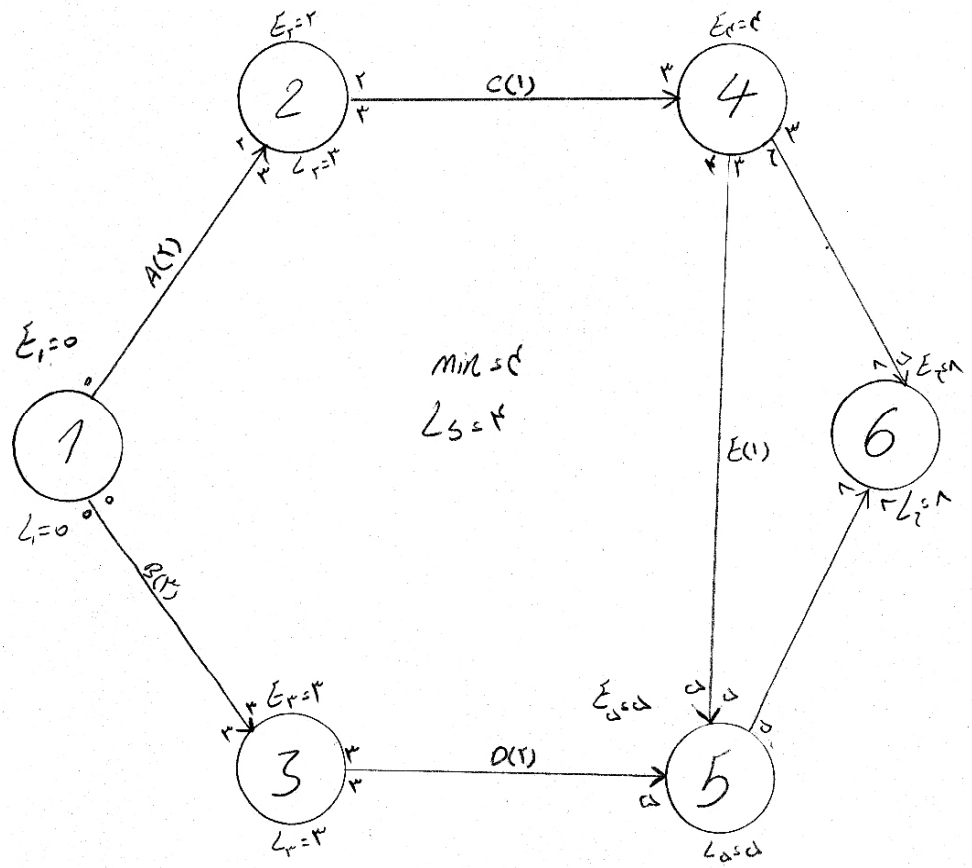
مراحل روش پیشرو:

۱- $E_1=0$ برای گره آغازین زودترین زمان شروع را برابر صفر قرار می دهیم.

۲- $ES_{ij}=E_1=0$ برای فعالیت هایی که پیش نیاز ندارند ES را برابر صفر قرار می دهیم.

۳- $EF_{ij} = ES_{ij} + D_{ij}$ برای تمام فعالیتها زودترین زمان پایان برابر است با مجموع زودترین زمان شروع + مدت زمان انجام

۴- $E_j = Max\{EF\}$ زودترین زمان شروع گره های بعدی برابر است با بزرگترین زودترین زمان پایان فعالیتهای منتهی به آن گره



روش پسرو : در محاسبات روش پسرو دیرترین زمانهای شروع و پایان هر فعالیت و نیز دیرترین زمان وقوع هر گره حساب می شود.

مراحل روش پسرو:

۱- $L_j = E_j$ برای آخرین گره شبکه دیرترین زمان وقوع گره را برابر زودترین زمان وقوع گره پایانی در نظر می گیریم.

Www.iepnu.ir

۲- $LF_{ij} = L_j$ برای فعالیتهای منتهی به گره j دیرترین زمان پایان را برابر Lj قرار می دهیم.

۳- $Ls_{ij}=LF_{ij}-D_{ij}$ برای تمامی فعالیتها دیرترین زمان شروع برابر است با دیرترین زمان پایان منهای مدت زمان انجام

۴- $Li=\min\{LS\}$ برای گره های بعدی Li برابر با کمترین LS منشعب از آن

نکته : موقع زمان بندی شبکه حتماً باید حداقل یکی از فعالیتهای آغازین {فعالیتی که پیش نیاز ندارد} دارای ES و LS صفر باشد در غیراین صورت زمانبندی شبکه اشتباه انجام شده.

مثال :

فعالیت	A	B	C	D	E	F	G	H	I
پیش نیاز	-	-	-	A	B	D,E	B,C	F,G	H
زمان اجرا	۵	۳	۱۰	۷	۱۰	۵	۹	۴	۲

www.iepnu.ir

تمرین :

فعالیت	زمان اجرا	پیش نیاز
Q	۲	-
R	۳	-
A	۲	Q
B	۲	A
C	۳	B
D	۵	B
E	۶	C
F	۳	R,B
G	۲	B
H	۱	F,G
I	۲	E,H
J	۴	I
K	۵	G,F,D
L	۶	J,K
M	۱	L
N	۲	J,K
O	۳	LN
P	۵	MO

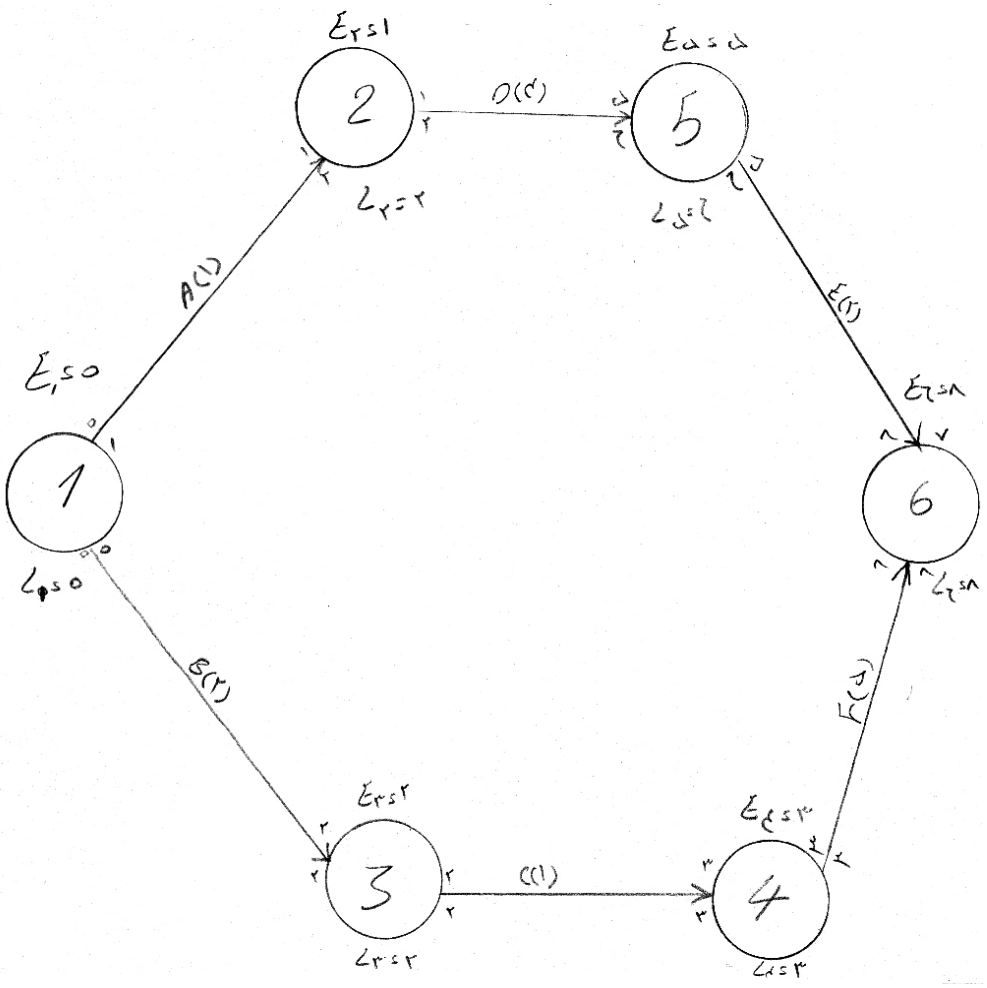
فعالیت بحرانی- مسیر بحرانی: فعالیتی که اختلاف بین زودترین زمان شروع و دیرترین زمان شروع و یا اختلاف بین دیرترین زمان پایان و زودترین زمان پایان آن صفر باشد فعالیت بحرانی نامیده می شود یعنی اینکه این فعالیت باید در تاریخ تعیین شده شروع شود.

(Total Float)TF=LS-ES-LF-EF=۰

مسیر بحرانی : مسیری که تمامی فعالیتهای آن بحرانی باشد را مسیر بحرانی گویند.

نکته: هر پروژه حداقل یک مسیر بحرانی دارد که طولانی ترین مسیر پروژه از نظر زمانی است وزمان لازم برای انجام آن با زمان اتمام پروژه برابر است.

گره بحرانی: گره های واقع بر مسیر بحرانی را گره های بحرانی گویند.



زودترین زمان اتمام پروژه برابر است با دیرترین زمان اتمام که در این مثال برابر ۸ است.

مسیر بحرانی : ۱-۳-۴-۶=۸

۲+۱+۵=۸

فرجه یا شناوری: هر فعالیت ۴ نوع شناوری به شرح زیردارد:

۱) **شناوری کل** : مقدار زمانی است که فعالیت می تواند به تعویق بیفتد بدون اینکه کل پروژه دچار تأخیر شود.

$$\text{Total Float= } TF=LS_{ij}-ES_{ij}=LF_{ij}-EF_{ij}$$

۲) **شناوری آزاد**: حداکثر زمانی است که انجام فعالیت می تواند به تعویق بیفتد بدون اینکه فعالیتهای بعدی دچار تأخیر شوند یعنی فعالیتهای بعدی می توانند در زودترین زمان شروع مربوط به خود شروع شوند.

$$\text{Free Float= } FF=E_j-EF_{ij}$$

مثال:

$$TF_{۲-۵} = ۲-۱=۶-۵=۱$$

$$FF_{۲-۵} = ۵-۵=۰$$

۳) **شناوری مستقل**: حداکثر زمانی است که فعالیت به تاخیر بیفتد بدون اینکه فعالیتهای بعدی دچار تأخیر شوند اگر فعالیتهای قبلی در دیرترین زمان انجام شده باشند.

$$\text{Independe Float = } IF_{ij}=E_j-L_i-D_{ij}$$

نکته: چون منفی شده پس صفر در نظر می گیریم $IF_{۲-۵} = ۵-۲-۴=-۱$

۴) **شناوری اطمینان**: برابر حداکثر زمانی است که فعالیت می تواند به تعویق بیفتد بدون اینکه کل پروژه دچار تأخیر شود اگر فعالیتهای قبل آن در دیرترین زمان به پایان رسیده باشد.

SF=Safety Float=$SF_{ij}=L_j-L_i-D_{ij}$

$SF_{۲-۵}$ =۶-۲-۴=۰

همیشه بین شناوریها روابط زیر وجود دارد:

$$SF_{ij} \leq TF_{ij}$$

$$IFi_{ij} \leq FF_{ij} \leq TF_{ij}$$

$$IFi_{ij} \leq SF_{ij} \leq TF_{ij}$$

طول مسیر : مجموع زمان فعالیتهای تشکیل دهنده ی مسیر را طول مسیر گویند

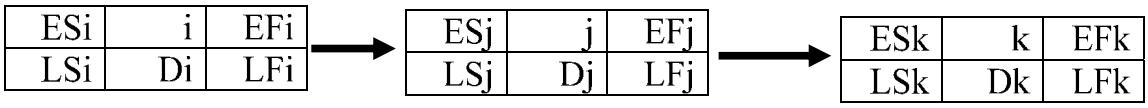
شناوری مسیر :برابر است با زمان اتمام پروژه منهای طول مسیر

۷=۲+۴+۱=۶-۵-۲-۱ = طول مسیر

۱=۷-۸=۶-۵-۲-۱= شناوری مسیر

تمرین: در اجرای پروژه بعضی مواقع شناوری منفی منظور می شود دلیل چیست؟

محاسبات زمان بندی در شبکه های گرهی :



از ۲ روش محاسبات پیش رو و پس رو استفاده می شود

محاسبات پیش رو:

۱) برای گرههای آغازین $Es_i = ۰$

۲) برای تمامی گره ها $EF_i=Es_i+D_j$

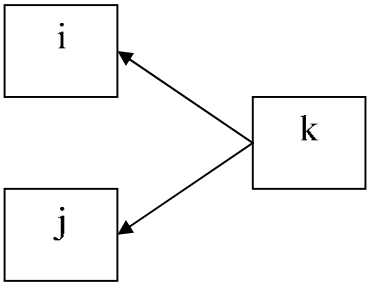
۳) برای بقیه گره ها $Es=\max\{EF_i\}$

محاسبات پس رو :

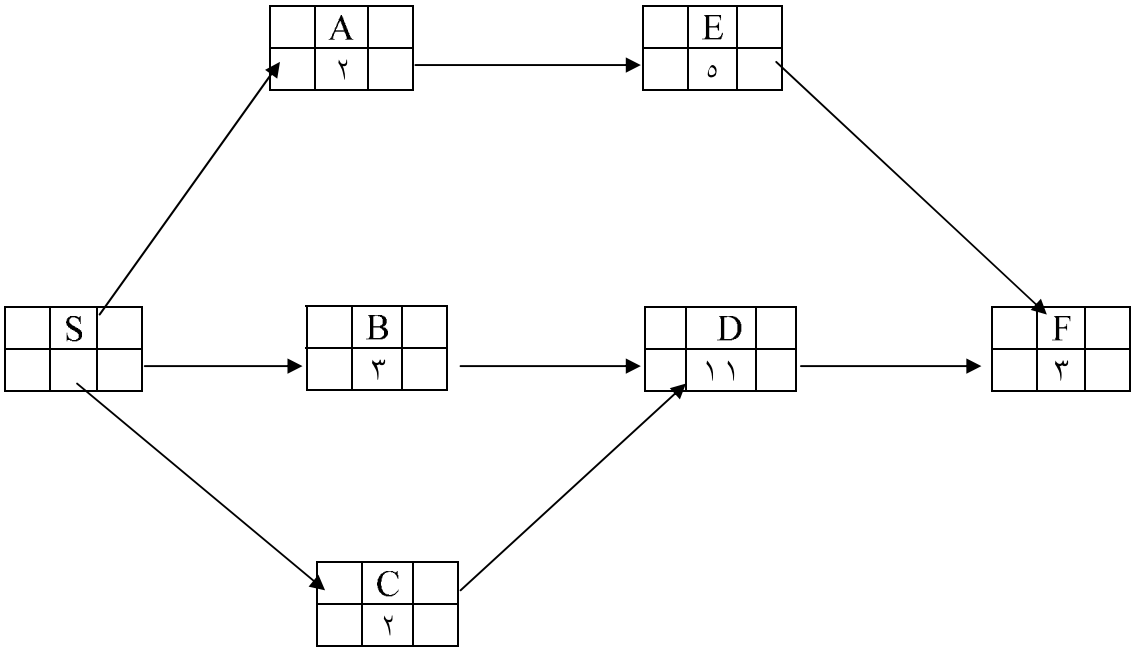
۱) برای گره های پایانی $LF_k=EF_k$

۲) برای سایر گره ها $Ls_k=LF_k-D_k$

۳) برای بقیه گره ها $LF_k=\min\{FS_j,LS_i\}$

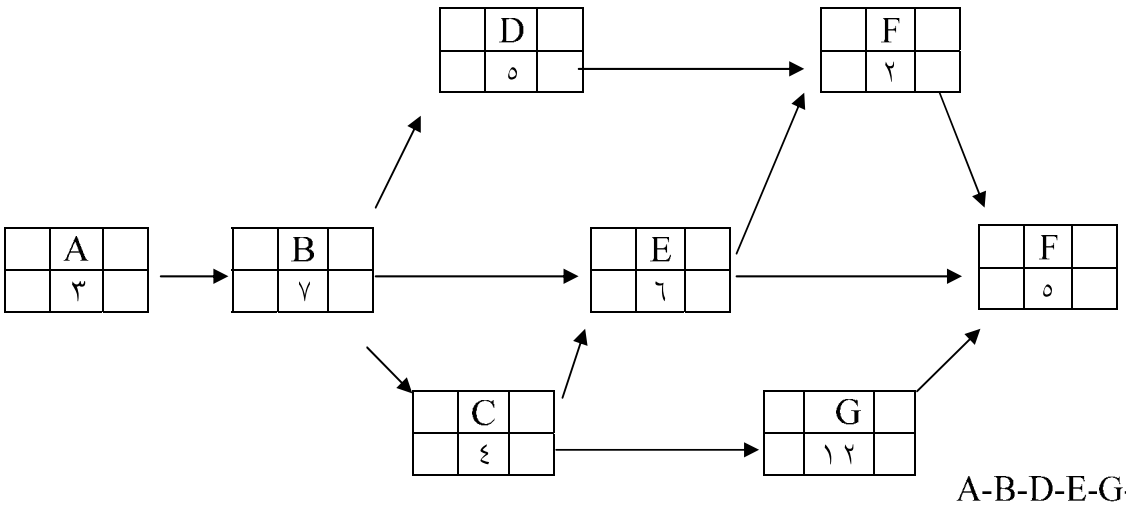


مثال : برای شبکه ای گره ای زیر محاسبات زمان بندی را انجام دهید.



مسیر بحرانی Start –B-D-F

مثال:



A-B-D-E-G-Finish

Www.iepnu.ir

محاسبات شناوریها در شبکه های گرهی :

$TF_j=Ls_j-Es_j=LF_j-EF_j$

$FF_j=Es_k-EF_j$

$IF=Es_k-D_j-LF_j$

اگر منفی شد =۰

$SF_j=LF_j-D_j-LF_i$

محاسبه شناوریها برای فعالیت E برای مثال قبل:

TF_E=۱۵-۱۵=۲۱-۲۱ =۰

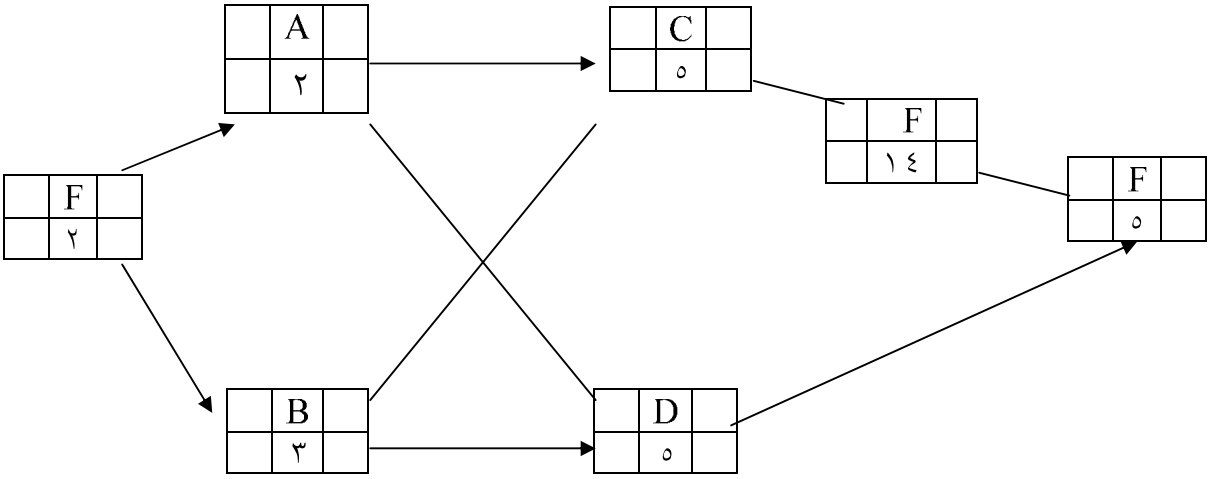
TF_E=۲۱-۲۱=۰ کوچکترین شروع بعدی است در اینجا هر دو مساوی هستند

TF_E=۲۱-۶-۱۵=۰

SF_E=۲۱-۶-۱۵=۰

تمرین :

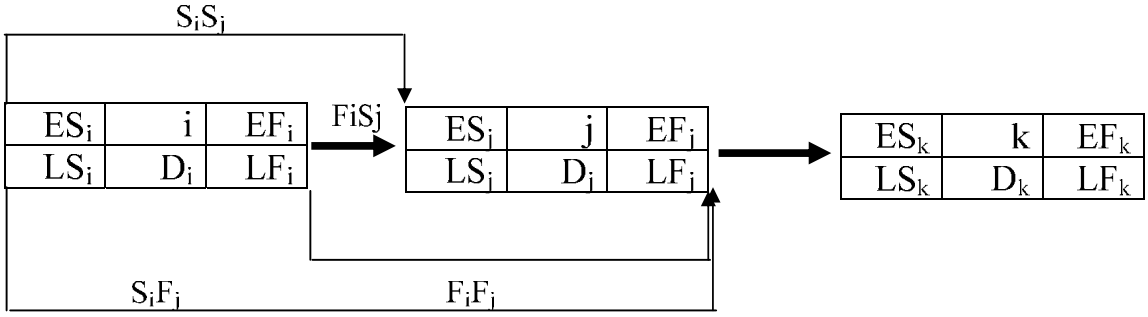
برای شبکه ای موردنظر محاسبات زمان بندی را انجام دهید و برای تمام فعالیتها هر ۴ نوع شناوری را حساب کنید.



محاسبه زمان بندی شبکه های PN :

این شبکه نمونه تکامل یافته ی شبکه های گرهی است و برای زمانبندی آن بازهم نیاز به محاسبات پیش رو و پس رو داریم.

محاسبات پیش رو :

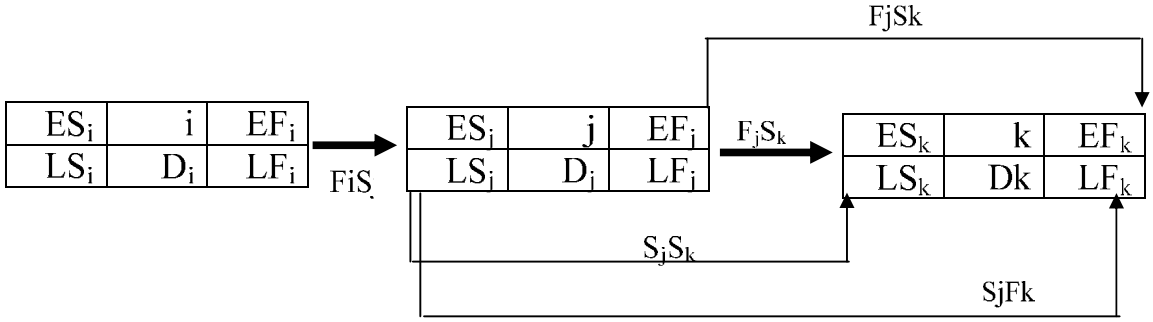


۱) $ES_{i=0}$ ،

۲) $EF_i=ES_i+D_i$

3) $$ESj = \max\begin{cases} ES_j = ES_i + S_iS_j \\ ES_j = EF_i + F_iS_j \\ ES_j = EF_i + F_iF_j - D_j \\ ES_j = ES_i + S_iS_j - D_j \end{cases}$$

محاسبات پس رو :

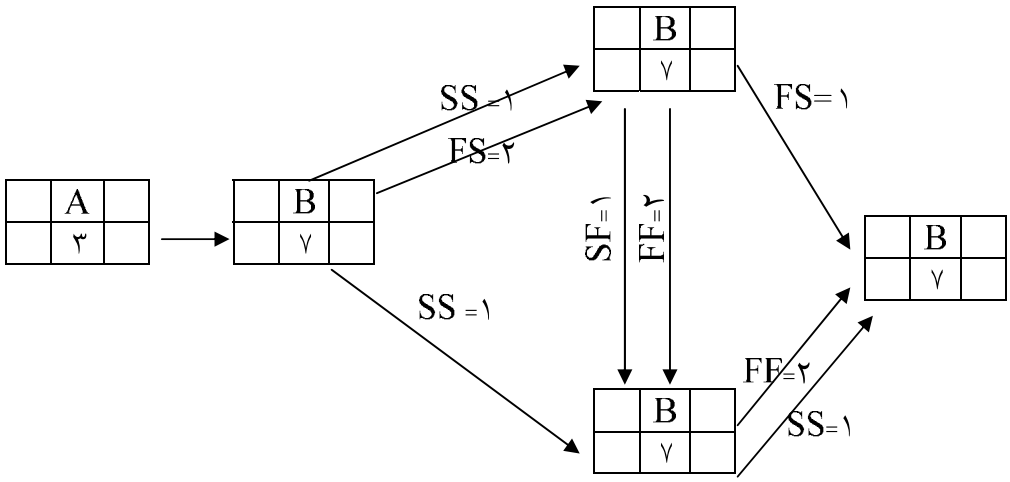


۱) $LF_k=EF_k$

۲) $LS_k=LF_k-D_k$

3) $$LFj = \min\begin{cases} LSk - FjSk \\ LSk - SjSk + Dj \\ LFk - FjFk \\ LFk - SjFk + Dj \end{cases}$$

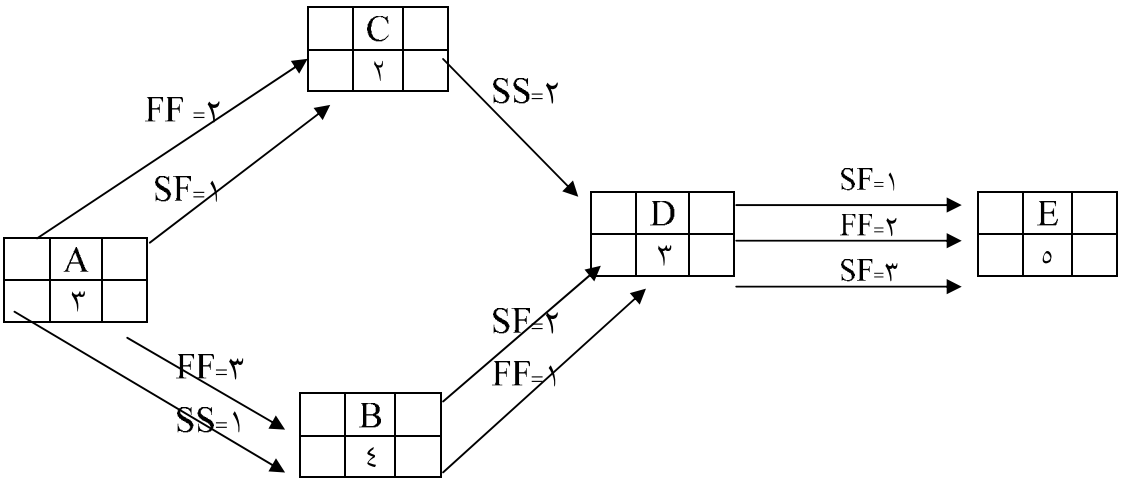
مثال : محاسبات زمان بندی برای شبکه PN را انجام دهید.

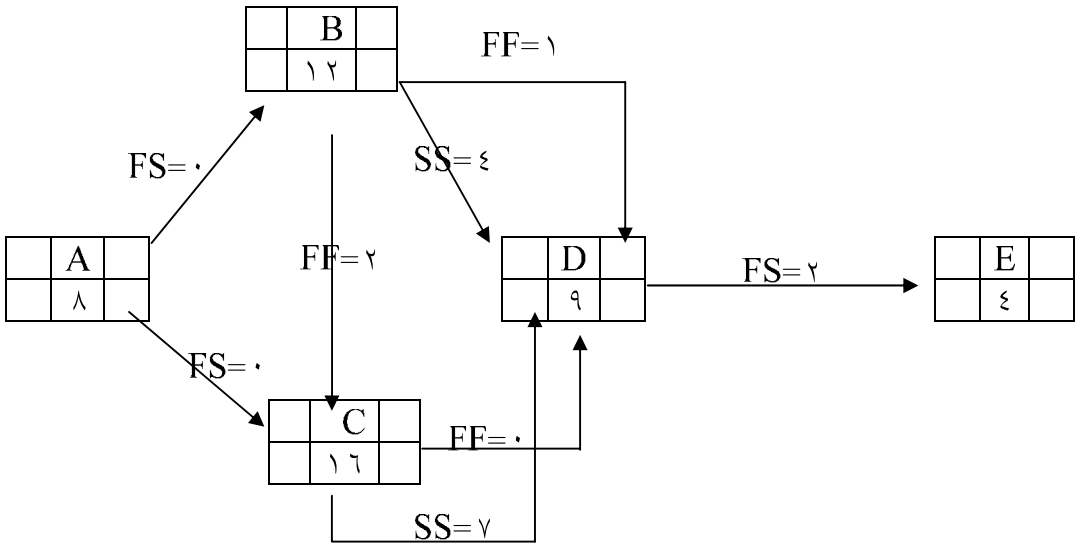


نکته ۱: محاسبه شناوری ها برای فعالیتها در شبکه های PN همانند شبکه های گرهی است.

نکته ۲: شبکه PN نیز دارای حداقل یک مسیر بحرانی می باشد مانند بقیه شبکه ها

تمرین: محاسبات زمان بندی برای شبکه PN را انجام دهید.





تمرین : شبکه هم پوشانی بالا را در نظر بگیرید و به سوالات جواب دهید؟

الف- حداقل زمان اجرای پروژه چقدر است؟

☐۳۲ ☐۲۶ ☐۳۰ ☐۲۸

ب- مقدار LF برای فعالیت B چقدر است؟

☐۱۲ ☐۱۰ ☐۲۲ ☐۲۳

ج- شناوری اطمینان فعالیت B کدام است؟

☐۳ ☐۲ ☐۱ ☐۰

مرحله ششم برنامه ریزی منابع (تخصیص منابع- تسطیح منابع) و موازنه زمان- هزینه:

- آیا طبق برنامه زمان بندی انجام شده منابع موردنیاز در اختیار ما قرار دارند یا این که ما محدودیت منابع داریم؟ تخصیص منابع

- آیا طبق زمان بندی انجام شده با وجود اینکه منابع موردنیاز به اندازه کافی در اختیار ما قرار دارند؟ آیا در مصرف منابع صرفه جویی صورت گرفته است؟ تسطیح منابع

- آیا امکان انجام پروژه در زمان کوتاه تر وجود دارد؟ انجام پروژه در زمان کوتاه تر چقدر هزینه اضافه خواهد داشت؟ آیا زمان مشخص شده در برنامه پروژه اقتصادی ترین زمان است؟ موازنه زمان هزینه

تخصیص منابع:

شرایطی را در نظر بگیرید که دو فعالیت هم زمان با یکدیگر باید شروع شوند اما منابع در اختیار ما محدود است یعنی هر دو فعالیت نیاز به ۱ تخصص دارند که ما از آن تخصص تنها به یک نفر دسترسی داریم حال سوال این است که کدام فعالیت باید زودتر انجام شود؟

فعالیتی که بحرانی است باید زودتر انجام شود.

فرضیات:

۱) به روش CPMزمان بندی پروژه به صورت برداری یا گره ای انجام شده

۲) منابعی که در هر واحد زمان در اختیار داریم ثابت و مشخص است.

۳) منابع موردنیاز برای هر فعالیت در طول اجرا مشخص است.

۴) وقتی فعالیتی شروع می شود تا لحظه تکمیل شدن مجاز به متوقف کردن انجام آن نیستیم.

الگوریتم تخصص منابع:

۱) شبکه CPM را تهیه کرده و با در نظر گرفتن T=۱ محاسبات زمانبندی را انجام دهید و جدولی را تهیه کنید که در آن نام فعالیت D-TF-LS-ES و منابع موردنیاز برای هر فعالیت را در آن ثبت کنید.

۲) برای واحد زمانیT=۱ مجموعه EAS را تشکیل دهید که این مجموعه شامل فعالیتهایی می شود که برای انجام شدن پیش نیاز ندارند.

۳) مجموعه OSS که زیرمجموعه، مجموعه EAS است با شروط زیر تهیه کنید:.

الف) فعالیتهایی در OSS قرار می گیرند که $ES \leq T$ باشد.

ب) فعالیتها در مجموعه OSS به ترتیبی اولویت بندی می شوند که فعالیتی اول قرار می گیرد که LS آن از بقیه کمتر باشد.

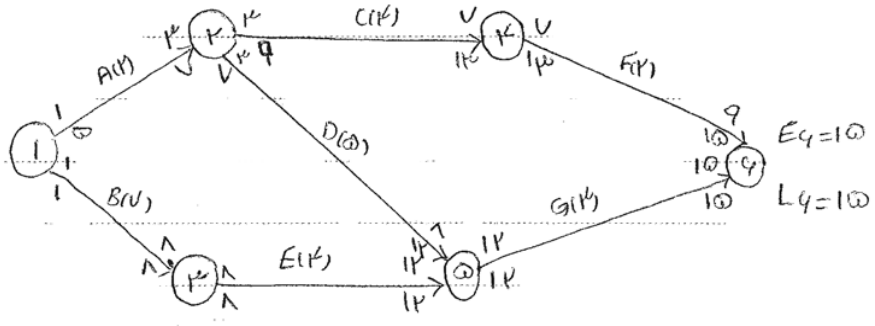
ج) اگر LS، مشترک بود فعالیتی اول قرار می گیرد که D آن کمتر از بقیه باشد.

۴) با توجه به مجموعه OSS به ترتیب اولویت در صورت وجود منابع، منابع را به اولین فعالیت اختصاص می دهیم سپس در صورت وجود منابع به سراغ فعالیت بعدی می رویم اگر منابع در اختیار نداشتیم به مرحله بعد می رویم.

۵) مجموعه EAS جدید را تشکیل می دهیم که تشکیل شده از فعالیتهایی که از مجموعه OSS قبلی باقی مانده است و نیز فعالیتهایی که به پیش نیاز آنها منابع اختصاص داده ایم.

۶) الگوریتم تا جایی ادامه دارد که مجموعه EAS خالی شود.

مثال :شبکه زیر مربوط به یک پروژه عمرانی است که برای انجام آن به ۲ نوع منبع الف و ب نیاز داریم که از این ۲ نوع منبع خود (الف: ماشین بلدوزر، ب: ماشین گریدر) در هر دو واحد به ترتیب از منبع الف ۸ و از منبع ب ۶ واحد در اختیار داریم تخصیص منابع را انجام دهید و زمان اتمام پروژه را مشخص کنید.



نام فعالیت	ES	LS	D	TF	منابع لازم ب	الف	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱-۲	۱	۱	۲	۰	۲	-															
۱-۳	۱	۱	۷	۰	۳	-															
۲-۴	۳	۹	۴	۶	۳	۲															
۲-۵	۳	۷	۵	۴	۱	۲															
۳-۵	۸	۸	۲	۰	-	۲															
۴-۶	۷	۱۳	۲	۶	۴	۱															
۵-۶	۱۲	۱۳	۳	۰	۲	۳															

T=۱ T=۲ T=۳

EAS=۱-۲،۱-۳ EAS=۲-۴،۳-۵،۲-۵ EAS=۲-۴،۳-۵،۲-۵

OSS=۱-۲،۱-۳ OSS=--- OSS=۲-۴،۲-۵

T=۴ T=۵ T=۶

EAS=۳-۵،۴-۶ EAS=۳-۵،۴-۶ EAS=۳-۵،۴-۶

OSS= OSS=--- OSS=---

T=۷ T=۸ T=۹

EAS=۳-۵،۴-۶ EAS=۳-۵ EAS=۵-۶

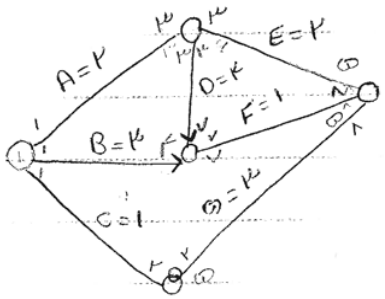
OSS=۴-۶ OSS=۳-۵ OSS=---

T=۱۲ EAS=۵-۶ OSS=۵-۶

T=۱۱ EAS=۵-۶ OSS=---

T=۱۰ EAS=۵-۶ OSS=---

تمرین : شبکه برداری و جدول مقادیر احتیاجات هر فعالیت به منابع P , Q بصورت زیر است. با توجه به الگوریتم تخصیص به سوالات زیر پاسخ دهید.



فعالیت		A	B	C	D	E	F	G	حدکثر موجودی هرمنبع
منبع لازم	P	۲	۴	۰	۲	۰	۳	۰	۵
	Q	۰	۰	۳	۰	۵	۰	۴	۵

الف) زمان شروع فعالیت E روز چندم از زمان شروع پروژه است. بپرسم

الف)۳ ب)۵ √ ج)۷ د)۹

ب) بعد از تخصیص منابع کل زمان اجرای پروژه چند روز است.

☐۷ ☐۱۲ ☐۱۰ ☐۸

نام فعالیت	LS	ES	D	TF	منابع P	منابع Q	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
A	۱	۱	۲	۰	۲	۰	—	—							
B	۱	۴	۳	۳	۴	۰			—	—	—				
C	۱	۴	۱	۳	۰	۳	—								
D	۳	۳	۴	۰	۲	۰						—	—	—	—
E	۳	۶	۲	۳	۰	۵					—	—			
F	۷	۷	۱	۰	۳	۰							—		
G	۲	۵	۳	۳	۰	۴		—	—	—					

T=۱

EA.S=A-B-C

O.S.S=A-C-B

T=۲

EAS:B-G-E-D

O.S.S:B-G

T=۳

EAS:B,E,D

O.S.S:B-D-E

T=۴

E.A.S=E,D

O.S.S=E,D

T=۵

E.A.S=E,D

O.S.S:B-G

T=۶

E.A.S=D

O.S.S=D

T=۷

E.A.S=F

O.S.S=F

تسطیح منابع:

برنامه ریزی منابع محدودیتی نداریم یعنی منابع موردنیاز در واحد زمان را در اختیار داریم اما سعی داریم که با برنامه ریزی نوسانات منابع را کاهش دهیم مانند حذف استخدام و اخراج های بی مورد.

الگوریتم برگس:

۱)تهیه و زمان بندی شبکه CPM مربوطه

۲) جدول را تهیه کرده و فعالیت ها را به ترتیب افزایش شمارهٔ رویداد پایانی وارد جدول می کنیم اگر شمارهٔ رویداد پایانی یکسان بود به ترتیب افزایش شماره رویداد آغازین مرتب می کنیم

۳) منابع مورد نیاز برای هرکدام از فعالیت ها را به آن ها اختصاص می دهیم بدون هیچ محدودیتی برای واحد زمانی (T=۱،۲,...,n) مجموع منابع مورد نیاز را مشخص می کنیم. در ادامه مجذور منابع را برای T=۱،۲,...,n حساب می کنیم منابع را با r نشان می دهیم و Z_1 را حساب می کنیم $Z_1 = \sum r^2$

۴) از آخرین فعالیت شروع می کنیم و اگر فعالیت بحرانی نبود شروع آن را یک واحد زمانی به تاخیر می اندازیم و مجدداً Z_2 را حساب می کنیم $Z_2 = \sum r^2$ اگر $Z_2 \geq \sum r^2$ بود تغییر را در برنامه ریزی اعمال می کنیم در غیراینصورت تغییری اعمال نمی شود.

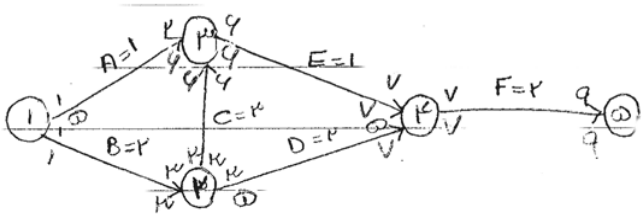
۵) الگوریتم را تاجایی ادامه می دهیم که امکان جا به جا کردن فعالیت ها دیگر وجود نداشته باشد.

نکته۱: فعالیتی که بحرانی باشد جا به جا نمی شود.

نکته ۲:پروژه باید در زمان مربوط به خود به اتمام برسد.

نکته ۳:هر فعالیت حداکثر به اندازه شناوری کل مربوط به خود می تواند جابه جا شود.

فعالیت	A	B	C	D	E	F
منبع لازم	۱	۲	۱	۳	۲	۱



فعالیت	ES	LS	r	TF	D	T								
						۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱-۲	۱	۱	۲	۰	۲									
۱-۳	۱	۵	۱	۴	۱									
۲-۳	۳	۳	۱	۰	۳									
۲-۴	۳	۵	۳	۲	۲									
۳-۴	۶	۶	۲	۰	۱									
۴-۵	۷	۷	۱	۰	۲									
منابع لازم						۳	۲	۴	۴	۱	۲	۱	۱	
مجذور منابع						۹	۴	۱۶	۱۶	۱	۴	۱	۱	

$Z_1 = 78$

مثال :جدول فعالیت های یک پروژه به شرح زیراست تعداد معادل فرضی مورد نیاز برای انجام فعالیت ها در جدول مشخص شده به کمک روش برگس برنامه ریزی را انجام دهید.

ردیف	فعالیت	تعداد منابع مورد نیاز		مدت اجرا در	بیش نیاز
		Y	X		
۱	A	۲	۴	۳	-
۲	B	۴	۴	۲	A
۳	C	۲	۶	۲	A
۴	D	۴	۲	۳	C,B
هزینه استفاده از منبع در ماه		۹۰۰	۳۰۰		

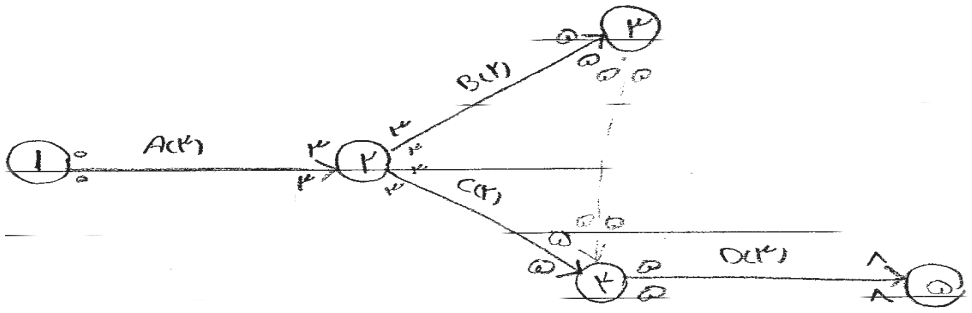
تعداد منبع معادل فرض مورد نیاز برای اجام فعالیت C,B چقدر است.

الف)B=۴ و C=۳ ب)B=۳/۵ و C=۳ ج) B=۴ و C=۳/۵ د)B=۴/۵ و C=۳/۵

فعالیت	منبع معادل X	منبع معادل Y	منبع معادل کل (r)
A	4×0/25=1	2×0/75=1/5	1+1/5=2/5
B	4×0/25=1	4×0/75=1/5	1+3=4
C	6×0/25=1/5	2×0/75=1/5	1/5+1/5=4
D	2×0/25=0/5	4×0/75=1/5	0/5+3=3/5

$$wx=\frac{cx}{cy+cx}=\frac{300}{300+900}=0/25$$

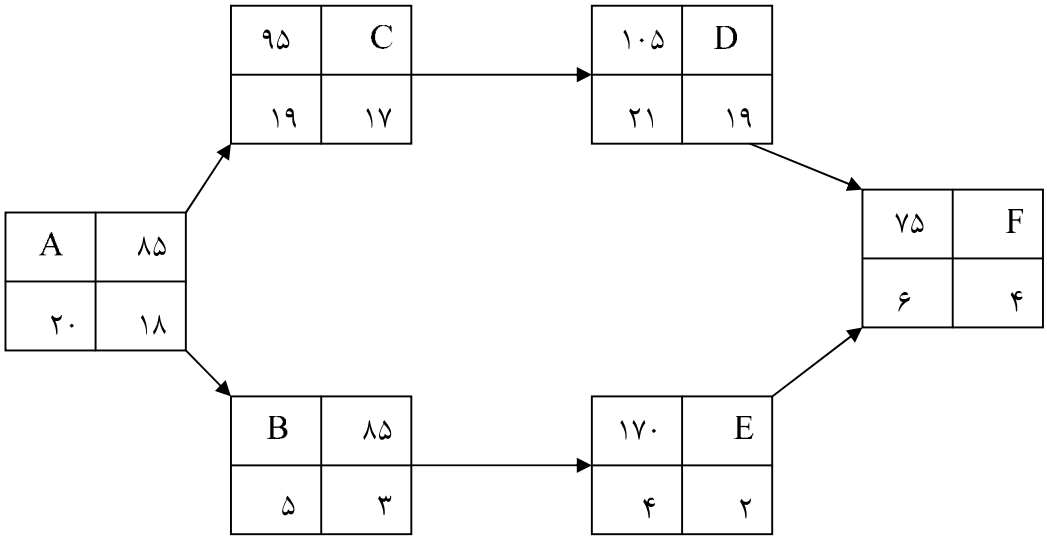
$$wy=\frac{cy}{cy+cx}=\frac{900}{300+900}=0/75$$



فعالیت	ES	LS	r	TF	D	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
A	۰	۰	۲/۵	۰	۳									
B	۳	۳	۴	۰	۲									
C	۳	۳	۳	۰	۲									
D	۵	۵	۳/۵	۰	۳									
منابع لازم						۲/۵	۲/۵	۲/۵	۷	۷	۳/۵	۳/۵	۳/۵	
مجذور منابع						۴/۲۵	۴/۲۵	۴/۲۵	۴۹	۹/۲۵	۹/۲۵	۹/۲۵	۹/۲۵	

Z=۱۳۹

تمرین:موازنه زمان هزینه برای شبکه گره ای زیرا انجام دهید و زمان انجام هرکدام از فعالیت ها را مشخص کنید و هزینه انجام کل پروژه چقدر است؟



موازنه زمان – هزینه:

پروژه هایی که زمان بندی می شود با در نظر گرفتن زمان نرمال برنامه ریزی می شود اما امکان دارد شرایطی بوجود بیاید که ما مجبور باشیم پروژه را در زمان کوتاهتری انجام دهیم مانند شرایط سیاسی، اقتصادی ، نظامی

راه های انجام پروژه در زمان کوتاهتر:

۱-افزایش منابع (نفر و ماشین بیشتر)

۲- افزایش ساعت کاری

۳- انجام فعالیتهای بحرانی به صورت موازی اگر انجام پذیر باشد.

۴- تغییر در تکنولوژی ساخت و تولید جایگزین کردن اسکلت بتنی یا فلزی

اهداف موازنه ی زمان – هزینه:

۱- تعیین اینکه حداکثر چه مقدار زمان می توان پروژه را فشرده کرد

۲- تعیین هزینه ی انجام پروژه وقتی که زمان لازم برای انجام آن را کاهش دادیم.

۳- تعیین اینکه به ازا D واحد زمان کاهش، زمان انجام پروژه ، افزایش هزینه ی چقدر است؟

هزینه های پروژه:

۱- هزینه مستقیم:

هزینه هایی که مربوط به مواد، نیروی انسانی، ماشین می شود یعنی ارتباط مستقیم با انجام فعالیت دارند.

۲- هزینه غیر مستقیم:

شامل تمامی هزینه هایی می شود که از جمله طراحی مهندسی- حسابداری – جریمه دیر کرد بانک- حمل و نقل و سایر موارد است.

نکته : اگر انجام قسمتی از فعالیت های پروژه به پیمانکار فرعی واگذار شود جز هزینه های مستقیم محسوب می شود.

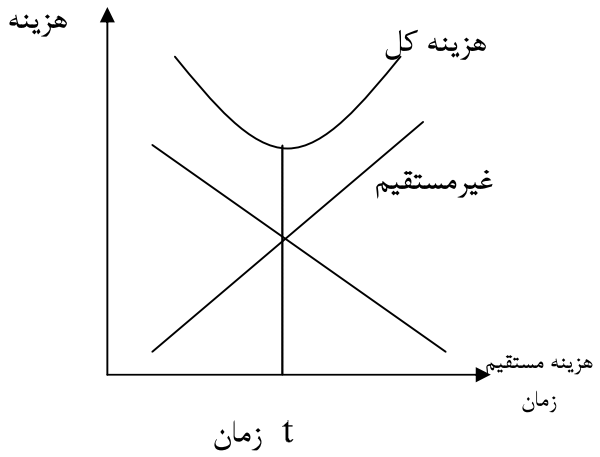
نکته: هزینه مستقیم خود به ۲ دسته تقسیم می شود: ۱- هزینه عادی ۲- هزینه فشرده

۱- هزینه عادی:

هزینه مربوط به انجام فعالیت در زمان عادی (استاندارد) که معمولاً این هزینه کمترین حد هزینه است.

۲- هزینه فشرده:

هزینه انجام فعالیت در زمان کوتاهتر از زمان استاندارد . این هزینه مربوط به افزایش منابع است.

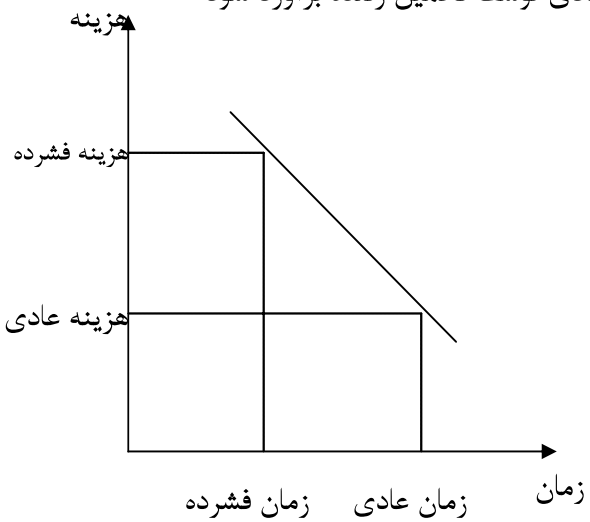


نکته : زمان به ۲ دسته تقسیم می شود: ۱- زمان عادی ۲- زمان فشرده

$$\text{شیب هزینه} = \frac{\text{هزینه عادی- هزینه}}{\text{زمان فشرده- زمان عادی}}$$

۱- زمان عادی:

زمان استانداردی که برای فعالیت در شرایط عادی توسط تخمین زننده برآورد شود



۲- زمان فشرده:

حداقل زمانی که می توان فعالیت را به اتمام رساند که نیاز به افزایش منابع دارد

الگوریتم موازنه زمان- هزینه:

مرحله اول: شبکهCPMرا رسم کرده و محاسبات زمان را براساس زمان عادی انجام می دهیم.

مرحله دوم: برای تمام فعالیت ها شیب هزینه را حساب می کنیم.

مرحله سوم: از مسیر یا مسیرهای بحرانی فعالیت مشترک یا از هر مسیر یک فعالیت انتخاب می شود که زمان آن را کاهش می دهیم . فعالیتی انتخاب می شود که شیب هزینه آن کمتر باشد.

مرحله چهارم: زمان انجام فعالیت انتخاب شده را به اندازه ای کاهش می دهیم که مسیر یا مسیرهای بحرانی همچنان بحرانی باقی بمانند . اما اگر مسیری به مسیرهای بحرانی اضافه شود ایرادی ندارد دقت م شودکه در صورتی می توان زمان انجام فعالیت را فشرده کرد یعنی کاهش داد که کاهش زمان فعالیت امکان پذیر باشد.

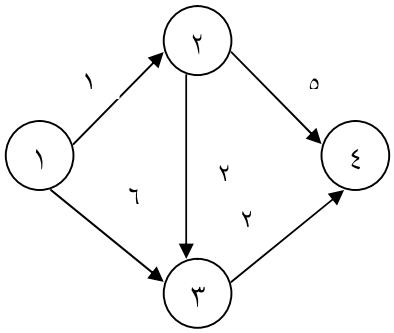
الگوریتم تا جایی ادامه دارد که یکی از مسیرهای بحرانی را ابتدا تا انتها دیگر جایی برای فشرده سازی نداشته باشد.

مثال :برای شبکه زیر در نظر داشته باشید که زمان ها برحسب ماه می باشد هزینه ی غیر مستقیم برای هر یک ماه ۴ واحد پولی است با توجه به اطلاعات جدول زیر به ۲ سئوال زیر جواب دهید.

الف) زمان اقتصادی انجام پروژه چند ماه است؟ و هزینه انجام پروژه چقدر است؟

ب) زودترین زمانی که می توان پروژه را به اتمام رساند چند ماه است هزینه آن چقدر می شود؟

نام فعالیت	هزینه عادی	هزینه فشرده	زمان عادی	زمان فشرده	شیب هزینه
۱-۲	۱۰	۱۳	۵	۴	۳
۱-۳	۸	۹	۶	۴	$\frac{1}{2}$
۲-۳	۵	۷	۲	۱	۲
۲-۳	۴	۶	۵	۳	۱
۳-۴	۳	۱۳	۲	۱	۱۰
جمع	۳۰	۴۸			



الف) زمان اقتصادی ۷ ماه است و هزینه آن ۶۵/۵ است

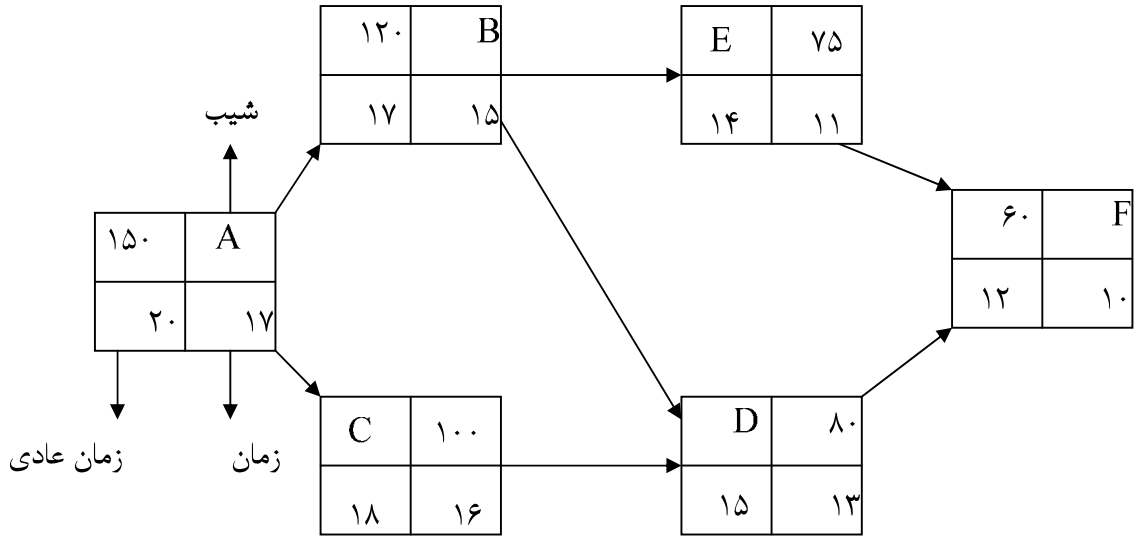
ب) زودترین زمان ۷ ماه است و هزینه آن ۶۵/۵ است

فعالیتی که از حداکثر فشرده سازی استفاده نکرده است	مسیر بحرانی	کل هزینه	هزینه مستقیم	هزینه غیر مستقیم	افزایش یا کاهش هزینه	افزایش یا کاهش زمان	فعالیتی که برای کاهش انتخاب می شود	زمان انجام پروژه
-	۱-۲-۴	۷۰	۳۰	۱۰×۴=۴۰	-	-	-	۱۰
-	۱-۲-۴ ۱-۲-۳-۴	۶۷	۳۱	۹×۴=۳۶	۱	۱	۲-۴	۹
۲-۴ ۲-۳	۱-۲-۴ ۱-۲-۳-۴ ۱-۳-۴	۶۶	۳۴	۸×۴=۳۲	۳	۱ ۲	۲ -۴ ۲-۳	۸
۲-۴ ۲-۳ ۱-۲	۱-۲-۴ ۱-۲-۳-۴ ۱-۳-۴	۶۵/۵	۳۷/۵	۷×۴=۲۸	$3+\frac{1}{2}$	۱	۱-۲ ۱-۲ ۱-۳	۷

تمرین :برای شبکه گرهی زیر هزینه مستقیم در شرایط عادی ۱۵۰۰۰ واحد پولی است به ۲ سئوال زیر پاسخ دهید:

۱) زمان اقتصادی برای انجام پروژه چقدر است؟(حداکثر چقدر می توان پروژه را فشرده کرد)

۲) در این حالت زمان انجام هر کدام از فعالیت ها چقدر است؟



فعالیتی که از حداکثر فشرده سازی استفاده کرده است	مسیر بحرانی	کل هزینه	هزینه مستقیم	هزینه غیر مستقیم	افزایش یا کاهش هزینه	افزایش یا کاهش زمان	فعالیتی که برای کاهش انتخاب می شود	زمان انجام پروژه
-	A-C-D-F	۱۵۰۰۰	۱۵۰۰۰	-	-	-	-	۶۵
-	A-C-D-F	۱۵۰۶۰	۱۵۰۶۰	-	۶۰	۱	F	۶۴
F	A-C-D-F	۱۵۱۲۰	۱۵۱۲۰	-	۶۰	۱	F	۶۳
F	A-C-D-F	۱۵۲۰۰	۱۵۲۰۰	-	۸۰	۱	D	۶۲
D,F	A-C-D-F A-B-E-F	۱۵۲۸۰	۱۵۲۸۰	-	۸۰	۱	D	۶۱
	A-C-D-F A-D-E-F	۱۵۴۳۰	۱۵۴۳۰	-	۱۵۰	۱	A	۶۰
	A-C-D-F A-B-E-F	۱۵۵۸۰	۱۵۵۸۰	-	۱۵۰	۱	A	۵۹
AD,F	A-C-D-F A-B-E-F A-B-D-F	۱۵۷۳۰	۱۵۷۳۰	-	۱۵۰	۱	A	۵۸
A-D-F	A-C-D-F A-B-E-F A-B-D-F	۱۵۹۰۵	۱۵۹۰۵	-	۱۰۰ ۱۲۰	۱	C,B	۵۷
A-D-F-B-C	A-C-D-F A-B-E-F A-B-D-F	۱۶۱۷۰	۱۶۱۷۰	-	۱۰۰ ۱۲۰	۱	C,B	۵۶
	تمام شد چون نمی توان از A-C-D-F فعالیتی انتخاب کرد							

حداکثر می توان پروژه را به جای ۶۵ روز در ۵۶ رو به اتمام رساند

زمان اقتصادی انجام پروژه ۶۵ روز است.

$A \rightarrow 17$ $B \rightarrow 15$ $C \rightarrow 16$ $D \rightarrow 13$ $F \rightarrow 10$

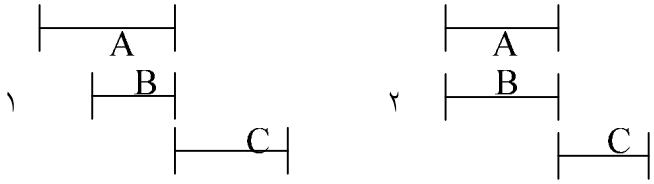
مرحله هفتم بررسی و تهیه برنامه نهایی:

در این مرحله بعد از تسطیح و تخصص منابع و موازنه زمان- هزینه زمان های شروع و پایان هر فعالیت مشخص شده و هزینه مورد نیاز برای انجام فعالیت ها و کل پروژه نیز مشخص شده در این جا اقدام به تهیه نمودار گانت یا Gant chart یا میله (Bar chart) می کنیم .

نمودار گانت در واقع نموداری است که زمان های شروع و پایان هر فعالیت را مشخص می کند .

ملاک برای تکمیل نمودار گانت ES .است که برای هر فعالیت پاره خطی به اندازه مدت زمان آن رسم می کنیم .

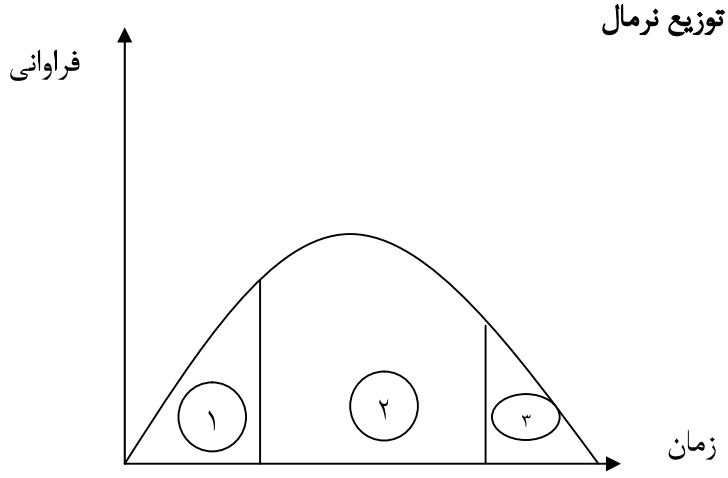
نکته مشکل نمودار گانت این است که روابط بین فعالیت ها (پیش نیازی بین فعالیت ها) را مشخص نمی کند مانند ۲ حالت زیر که مشخص نیست A پیش نیاز C است یا این که B پیش نیاز C است یا این که B,A هر دو پیش نیاز C است .



نام فعالیت	کد فعالیت	ES	مدت زمان D	T ۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
بررسی و مطالعه بازار	A	۱	۲								
جمع آوری اطلاعات کلیدی و اساسی	B	۱	۳								
طراحی محصول	C	۴	۱								
تصمیم گیری درباره ساخت یا خرید قطعات	D	۴	۲								

روش بازنگری و ارزیابی پروژه (روش پرت) Project Evaluation and Review Technique(DERT) در روش CPM (روش مسیر بحرانی) فرض براین بود که زمان لازم برای انجام هر فعالیت و در نهایت زمان انجام کل پروژه و نیز فعالیت های آن قطعی بود اما این در حالی است که به دلیل سیاسی – نظامی- اقتصادی و غیره امکان برآورد دقیق زمان وجود نداردروشی که در این حالت استفاده می شود Pert است. در روش pert فعالیت های پروژه قطعی هستند اما زمان لازم برای انجام فعالیت ها قطعی نیست.

توزیع نرمال



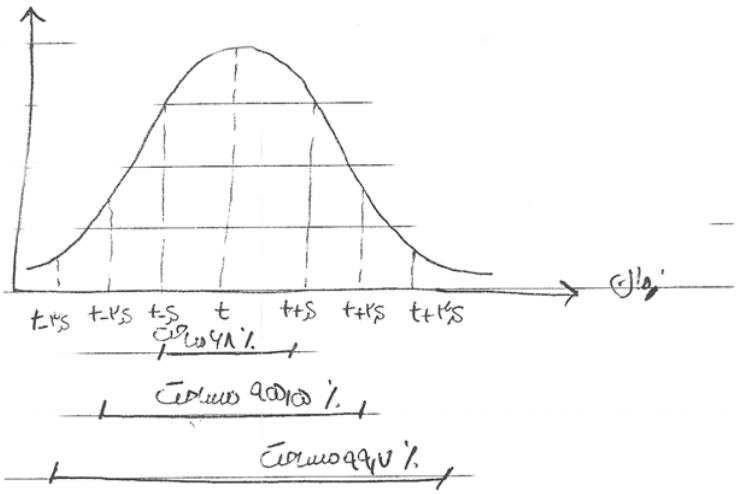
احتمال اینکه این فعالیت در زمانی برابر یا کمتر از t۱ به اتمام برسد برابر است با مساحت ۱ .

احتمال اینکه فعالیت بین t۲,t۱ به اتمام برسد برابر است با مساحت ۲

احتمال اینکه این فعالیت در زمانی برابر یا بیشتر از t۲ به اتمام برسد برابر است با مساحت قسمت۳ .

انحراف معیار= میزان پراکندگی دلتاها نسبت به میانگین $S = \sqrt{\frac{\sum^{n}(t_i - t)^2}{n-1}}$

میانگین $t = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i}{n}$



انواع زمان ها در روش پرت: Ta زمان خوش بینانه Tm محتمل ترین زمان Tbزمان بدبینانه:

Ta < Tm<Tb

سیستم های تعیین زمان در روش :PERT

الف) سیستم سه زمانه ۰ تا ۱۰۰ درصد

در این سیستم فرض براین است که احتمال انجام شدن فعالیت بین زمان های ta,tb برابر صفر تا ۱۰۰است

T=۲۰

S=۲

$3S = 2 \times 3 = 6$

Ta=۱۴ Tb=۲۶ tb-ta=۱۲=۶s

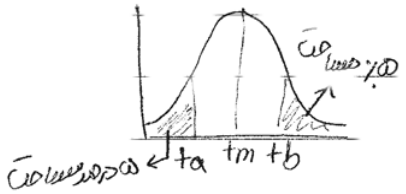
$$tb - ta = 6s \Rightarrow s = \frac{tb - ta}{6} \qquad t = \frac{ta + wtm + tb}{2 + w} \qquad w = 4$$

$$t = \frac{ta + 4 + m + tb}{6}$$

ب) سیستم سه زمانه ۵ تا ۹۵ درصد:

دراین سیستم فرض براین است که احتمال اینکه زمان انجام فعالیت کمتر از ta یا بیشتر از tb بشود

برابر است با ۵ درصد $s = \frac{tb - ta}{3/2}$ $tb - ta = 3/2s$



مراحل روش پرت:

۱-میانگین و انحراف معیار طبق فرمول های ارائه شده برای همه فعالیت ها حساب می شود.

۲-شبکه cpm تهیه می شود و زمان بندی شبکه به کمک میانگین زمان ها انجام می شود که در نتیجه میانگین و انحراف معیار برای هر مسیر مشخص می شود.

* میانگین زمان اتمام پروژه طبق قضیه حدمرکزی برابر است با مجموع زمان های میانگین مربوط به فعالیت های واقع در مسیر بحرانی(منظور طولانی ترین مسیر است) و واریانس آن برابر است با مجموع واریانس ها در روش پرت چون زمان ها قطعی نیستند پس به طور یقین نمی توان گفت مسیر بحرانی است یا خیر؟ اگر چند مسیر با زمان های یکسان داشتیم مسیری بحرانی انتخاب می شود که انحراف معیار آن از بقیه بیشتر باشد و مبنای محاسبات قرار می گیرد.

۳- محاسبات برمبنای توزیع نرمال و تبدیل شرایط به شرایط استاندارد انجام می شود.

تمرین: مفاهیم و الزامات Pmbok-۲۰۰۸ وISO-۱۰۰۰۶ را توضیح دهید؟

((رگ و ریشه انسان مهمتر از شاخ و برگ اوست))

قضیه حد مرکزی:

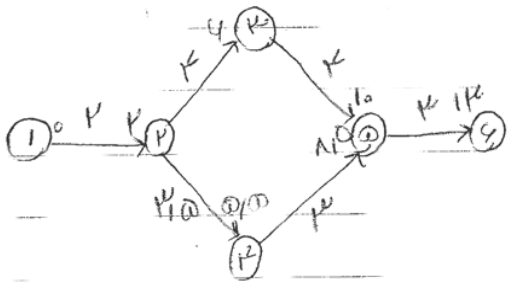
اگر فعالیت های متوالی از یک شبکه دارای زمان های $T_1,....,T_N$ باشد که این زمان ها تصافی و مستقل هستند و دارای تایع توزیع یکسان هم نباشند زمان اتمام پروژه یا شبکه دارای تابع با ۲ پارامتر زیر است:

$$t=\sum_{i=1}^{n} Ti \qquad\qquad \sigma^2=\sum_{i=1}^{n}\sigma_i^2$$

اگر n بزرگ باشد (برای شبکه n>۴) توابع دارای توزیع نرمال است.

مثال: شبکه زیر مربوط به یک پروژه فرضی است با توجه به اطلاعات جدول به سوالات پاسخ دهید

زمان میانگین	زمان			کدفعالیت	انحراف معیار
	بدبینانه tb	محتملتر tm	خوشبینانه ta		
۲	۳	۲	۱	۱-۲	$\frac{1}{3}$
۴	۶	۴	۲	۲-۳	$\frac{2}{3}$
۳/۵	۷	۳	۲	۲-۴	$\frac{5}{6}$
۴	۵	۴	۳	۳-۵	$\frac{1}{3}$
۳	۴	۳	۲	۴-۵	$\frac{1}{3}$
۳	۴	۳	۲	۵-۶	$\frac{1}{3}$



$$tm = \frac{ta + 4tm + tb}{6}$$

$$\sigma = \frac{Tb - Ta}{6}$$

الف) اگرسیرانحرافی را ۶-۵-۳-۲-۱ درنظربگیریم میانگین وانحراف معیاراین مسیرکدام است

الف)۰/۹و ۱۲ ب)۰/۹و ۱۲ √ ج) ۱/۱ و۱۲ الف ۱۴و ۱/۱

ب) احتمال اینکه پروژه در کمتر یا مساوی ۱۴ ماه تمام شود.

√ الف ۸۶ ۰/۰ ب)۸۸ ۰/۰ ج)۹۸ ۰/۰ د)۹۵ ۰/۰

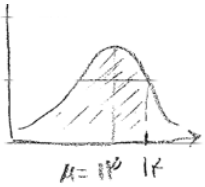
ج) با احتمال ۹۰ درصد پروژه حداکثر بعد از چندماه به اتمام می رسد.

√ الف ۱۴ /۱ ب)۱۳ ج)۱۱ /۹ د)۱۲/۵

د) احتمال اینکه بتوان پروژه را در فاصله زمانی بین ۱۰ تا ۱۴ ماه به اتمام رساند چقدر است.

الف ۹۵ درصد ب)۹۰ درصد ج)۸۴ درصد √د)۸۶ درصد

Www.iepnu.ir



۶-۵-۳-۲-۱ : مسیر انحرافی **(الف**

میانگین زمان مسیر : $\bar{T}=\sum Ti=۲+۳+۴+۳=۱۳$

انحراف معیار مسیر: $\sigma^2\sum\sigma i^2=\frac{1}{9}+\frac{4}{9}+\frac{1}{9}+\frac{1}{9}=\frac{7}{9}=\frac{\sqrt{7}}{3}=0/9$

ب) $p(x\le 14)=p(\frac{x-\mu}{\sigma}\le\frac{14-13}{0/9})=p(z\le 1/1)0/086$

$$\Rightarrow p(x\le T)=0/090\Rightarrow\frac{T-13}{0/9}=1/285\rightarrow T14/15$$

د) $p(10\le x\le 14)=p(x\le 14)-p(x\le 10)=p(\frac{x-\mu}{\sigma}\le\frac{14-13}{0/9})-p(\frac{x-\mu}{\sigma}\le\frac{10-13}{0/9})$

$$p(z\le 1/1)-p(z\le -3/33)=p(z<1/1)-(1-p(z\le 3/33))=0/8643-(1-0/9995)=0/86$$

تمرین: اطلاعات یک پروژه فرضی مطابق جدول زیر است مطلوبست:

الف) شبکه برداری را رسم نمایید و مسیر و مسیرهای بحرانی را تعیین کنید.

ب) احتمال اینکه پروژه تا هفته ۴۴ به پایان برسد چقدر است.

ج) احتمال اینکه پروژه بین هفته های ۳۶ تا ۴۴ پایان باید چقدر است.

د)با احتمال ۹۵ درصد اجرای پروژه چندهفته طول می کشد

ه) با چه احتمالی مدیر پروژه موفق نخواهد شد پروژه را تا هفته ۴۴ به پایان برساند.

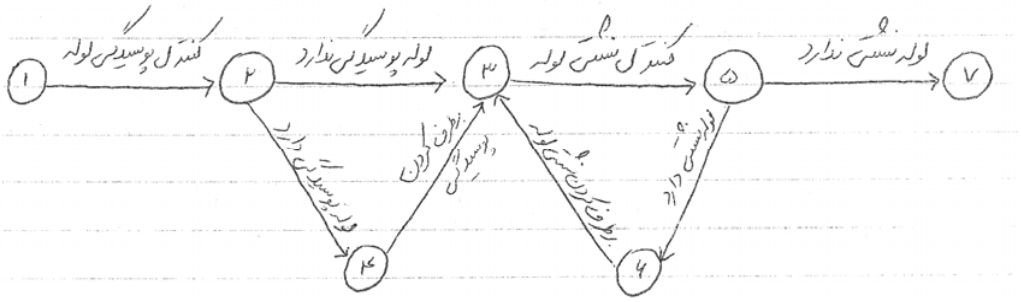
و) شبکه گره ای پروژه فرضی را رسم نمایید.

شناسه فعالیت	A	B	C	D	E	F	G	H	I	j
بیش نیاز	-	-	A	B	B	B	C,B	F	E,D	G,I,H
زمان متوسط	۵	۱۳	۷	۸	۸	۷	۸	۹	۱۵	۴
انحراف معیار	۱	۲	۱	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۲

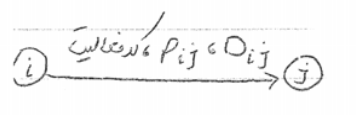
روش بازنگری و ارزیابی گرافیکی پروژه

روش GERT: Graphical Evaluation and Review Technirue

در اجرای برنامه ریزی پروژه حالت هایی وجود دارد که انجام شدن فعالیت ها احتمالی است یعنی امکان دارد انجام شدن فعالیتی برای اجرای پروژه نیاز نباشد برای این نوع برنامه ریزی از روش GERT استفاده می شود که در واقع زمان انجام فعالیت ها قطعی است اما فعالیت ها احتمالی هستند چون از نظریه ی تئوری گراف استفاده می شود به آن روش GERT می گویند.



قوانین رسم شبکه GERT:



برای رسم شبکه های GERT هر گره دو قسمت ورودی و خروجی دارد که برای قسمت ورودی سه رابطه و برای قسمت خروجی دو رابطه تعریف می شود.

الف) سه رابطه ی ورودی:

۱- یای خاص ⇐ وقوع هر یک از شاخه های منتهی به گره باعث انجام شدن گره می شود اما در یک زمان فقط و فقط یکی از شاخه های منتهی به گره انجام می شود.

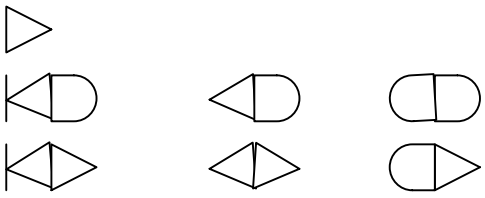
۲- یای عام ⇐وقوع هر یک از شاخه های منتهی به گره باعث وقوع آن می شود زمان وقوع گره برابر کوچکترین زمان های تکمیل فعالیت های (شاخه های) منتهی به گره است.

۳- و $ancL$⇐ برای وقوع گره باید تمام شاخه ها یا فعالیت های منتهی به آن انجام شود. اما زمان وقوع گره برابر با بزرگترین زمان های تکمیل فعالیت های منتهی به گره می باشد.

ب) دو رابطه ی خروجی:

۱- قطعی : با وقوع گره تمام شاخه ها یا فعالیت های منشعب از آن انجام می شود. پس احتمال وقوع تک تک شاخه های منشعب از این گره برابر یک است.

۲- احتمالی : با وقوع گره فقط و فقط یکی از شاخه های منشعب از آن انجام می شود.



ترکیبات:

تعریف مسیر: شامل یک سری شاخه هایی می شود که از یک گروه آغاز می شوند و بدون اینکه از گره ای بیش از یک بار عبور کنند به گره بعدی متصل می شود.

تعریف حلقه: شامل یک سری شاخه هایی می شود که از یک گره آغاز می شوند و بدون اینکه از یک گره ای بیش از یک بار عبور کند باز به همان گره بر می گردد.

قاعده میسون:

طبق نظریه ی گراف ها تابع ارزش انتقال از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$T_x = P_x \ .M_x(s)$$

ارزش انتقال $Tx=$

$$\frac{\sum \text{مسیر} \times \text{(مجموع حلقه های غیر مماس برمسیر-۱)}}{\text{مجموع حلقه ها-۱}}$$

در امبدأ مختصات $\mu(X)(S=0)=1$ احتمال انجام شدن مسیر $P_X = \frac{Tx}{\mu_X(S)}\Big|_{S=0}$

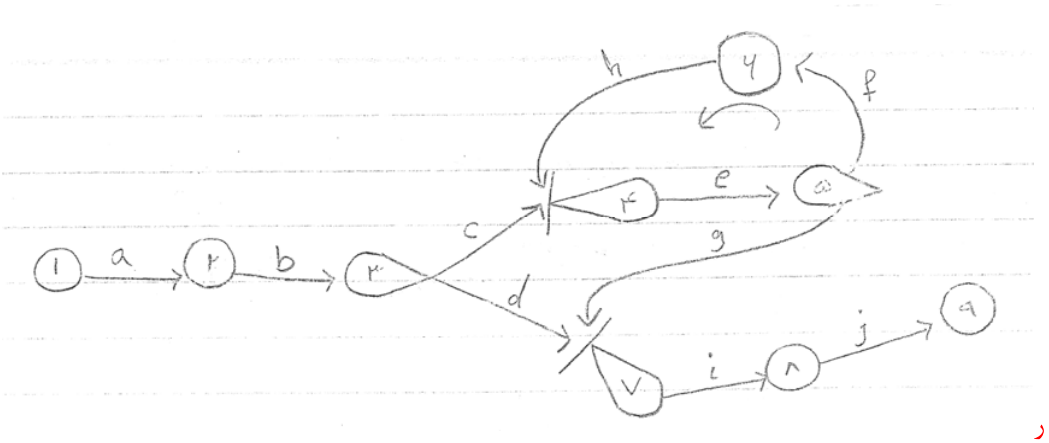
تابع انتقال از یک فعالیت به فعالیت دیگر $\mu_X(S)=\frac{TX}{PX}$ برای فعالیت ها $\mu_X(S)=e^{ST}$

میانگین زمان انجام مسیر پروژه $E(x)=\frac{\partial \mu X(S)}{\partial S}\Big|_{S=0}$

واریانس زمان انجام مسیر پروژه $\sigma^2 = \frac{\partial \mu^2 x(s)}{\partial s^2}\Big|_{s=0} - (\frac{\partial \mu x(s)}{\partial s}\Big|_{s=} 0)^2$

مثال: برای ساخت یک رادیاتور فعالیت های زیر طبق جدول باید انجام شود با توجه به اطلاعات: الف) گراف مربوطه را رسم کنید ب) احتمال ساخت رادیاتور چه قدر است؟ ج) انجام این پروژه چه قدر زمان نیاز دارد؟ د) احتمال رسیدن به گره ۵ چقدر است؟

کدفعالیت	شرح فعالیت	Pij احتمال انجام فعالیت	Dij مدت زمان انجام فعالیت	$\mu x(s)$ تابع مولد گشتاور فعالیت
A	ساخت رادیاتور	۱	۲۱	e^{21s}
B	بازرسی رادیاتور	۱	۲	e^{2s}
C	نیاز به آزمایش دارد	۰/۳	۳	e^{s3}
D	رفتن به مرحله تنظیم	۰/۷	۱	e^{s}
E	انجام آزمایش	۱	۴	e^{4s}
F	نیاز به تعمیر دارد	۰/۶	۲	e^{2s}
G	نیاز به تعمیرندارد و رفتن به مرحله تنظیم	۰/۴	۳	e^{3s}
H	تعمیر رادیاتور	۱	۲	e^{2s}
I	تنظیم	۱	۱	e^{s}
J	بسته بندی	۱	۵	e^{5s}



ر

ب) حلقه : e-f-h (۱) مسیر : a,b,d,I,j (۲) مسیر : a,b,c,e,g,i,j

$$T_q = \frac{1\times a\times 1\times b\times \%7\times d\times 1\times i\times 1\times j(1-1\times e\times \%6\times f\times 1\times h)+(1\times a\times 1\times b\times \%3\times c\times 1\times e\times \%4\times g\times 1\times i\times 1\times j(1-0)}{1-(1\times e\times \%6\times f\times 1\times h)}$$

$$T_q = \frac{1\times e^{21s}\times 1\times e^{2s}\times \%7\times e^{s}\times 1\times e^{s}\times 1\times e^{5s}(1-1\times e^{4s}\times \%6\times e^{2s}\times 1\times e^{2s})+1\times e^{21s}\times 1\times e^{2s}\times \%3\times e^{3s}\times 1\times e^{4s}\times \%4\times e^{3s}\times 1\times e^{s}\times 1\times e^{5s}(1-0)}{1-(1\times e^{4s}\times \%6\times e^{2s}\times 1\times e\ )}$$

احتمال ساخت رادیاتور $P_q = \dfrac{T_q \mid s=0=1}{M_q(s=0)=1}$

ج) زمان ساخت رادیاتور $E(q) = \left.\dfrac{\partial H}{\partial S}\right|_{s=0} = 38$ روز

$$M_q(s) = \frac{T_q}{p=1} \Rightarrow \ M_q(s) = T_q$$

چگونه یک پروژه را اجرا کنیم؟

پس از فاز برنامه ریزی وارد مرحله ای اجرا می شویم که در این فاز لازم است فعالیت ها توسط منابع در زمان مشخص با هزینه ی مشخص و با کیفیتی طبق استانداردها انجام شود. این فاز شامل مراحل زیر است:

۱) **هماهنگی و برقراری ارتباطات مؤثر** : با توجه به بالا بودن حجم فعالیت ها و تقسیم کار لازم است که به جهت افزایش هماهنگی بین اعضای تیم نحوه ی ارتباطات تعریف و مشخص شود که می توان از MIS استفاده کرد.

۲) تأمین اعتبار مالی: در مرحله برنامه ریزی مشخص شد که منابع انسانی و ماشین آلات و مواد و مصالح مورد نیاز برای هر فعالیت به چه صورت است. اما در این مرحله باید اقدام به تأمین بودجه مالی شود که می توان از بانک ها تأمین بودجه صورت گیرد.

۳) تدارکات پروژه: لازم است که نوع منبع (نیروی انسانی ، ماشین آلات ، مواد و مصالح) که در مرحله ی قبل برای آنها تأمین مالی صورت گرفت در این مرحله خریداری شوند که برای این موضوع لازم است ارزیابی پیمانکاران فرعی انجام شود یعنی خرید باید از پیمانکاران انجام شود که در زمان مشخص و با کیفیت مطلوب و با کمترین هزینه منابع مورد نیاز را در اختیار ما قرار دهند.

۴) تجهیز کارگاه: باید یک محیط فیزیکی جهت استقرار تیم اجرایی محیا شود تا علاوه بر استقرار نیروها، استقرار سایر منابع نیز به صورت نظام مند قابل انجام باشند.

Www.iepnu.ir

۵) اجرای پروژه : منظور از اجرای پروژه I اجرای تک تک فعالیت ها طبق برنامه ریزی انجام شده در زمان مشخص و با هزینه و کیفیت مشخص توسط نیروی انسانی ، ماشین آلات و تجهیزات است.

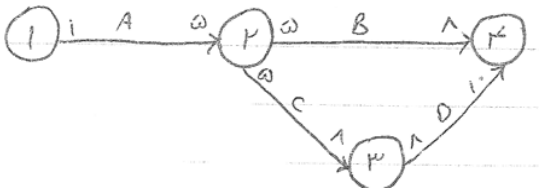
چگونه یک پروژه را کنترل کنیم؟

منظور از کنترل کردن پروژه بررسی و تهیه ی گزارش توسط MIS از اجرای پروژه است تا مطمئن شویم که فعالیت ها طبق برنامه تنظیم شده د رحال اجرا شدن است.

مثال: شبکه ی زیر مربوط به یک پروژه ی فرضی است با توجه به اطلاعات مندرج در جدول به سؤال های زیر پاسخ دهید؟

الف) ضریب زمان، ضریب هزینه، ضریب معادل را برای تک تک فعالیت ها حساب کنید. طبق نظر مدیریت ارزش زمان ۰/۴ و ارزش هزینه ۰/۶ است.

ب) در پایان هفته ی پنجم گزارش زیر به دست آمده، فعالیت a به طور کامل انجام شده، فعالیت $b,c,\frac{1}{3}$ پیشرفت داشته اند. وضعیت پیشرفت پروژه را مشخص کنید.



کد فعالیت	A	B	C	D	جمع
زمان	۴	۳	۳	۲	۱۲
هزینه	۱۰	۲۰	۱۵	۵	۵۰

www.iepnu.ir

ضریب وزنی معادل	ضریب وزنی هزینه	ضریب وزنی زمان
$WA=(٥/4\times٥/33)+(٥/6\times٥/2)=٥/25$	$WCA=\frac{10}{50}\times100=٥/2$	$WTA=\frac{4}{12}\times100=٥/33$
$WB=(٥/4\times٥/25)+(٥/6\times٥/4)=٥/35$	$WCB=\frac{20}{50}\times100=٥/4$	$WTB=\frac{3}{12}\times100=٥/25$
$WC=(٥/4\times٥/25)+(٥/6\times٥/3)=٥/28$	$WCC=\frac{15}{5}\times100=٥/3$	$WTC=\frac{3}{12}\times100=٥/25$
$WD=(٥/4\times٥/1)+(٥/6\times٥/1)=٥/12$	$WCD=\frac{5}{50}\times100=\frac{٥/1}{\%100=1}$	$WTD=\frac{2}{12}\times100=\frac{٥/7}{\%100=1}$

کد فعالیت	D	ES	T								
			۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
A	۴	۱									
B	۳	۵									
C	۳	۵									
D	۲	۸									
درصد پیشرفت زمانی پروژه			۸/۲۵	۸/۲۵	۸/۲۵	۸/۲۵	۱۶/۶۶	۱۶/۶۶	۱۶/۶۶	۸/۵	۸/۵
درصد پیشرفت تجمعی پروژه			۸/۲۵	۱۶/۵	۲۴/۷۵	۳۳	۴۹/۶۶	۶۶/۳۲	۸۳	۹۱/۵	۱۰۰
درصد پیشرفت هزینه پروژه			۵	۵	۵	۵	۲۳/۱	۲۳/۱	۲۳/۱	۵	۵
درصد پیشرفت تجمعی هزینه			۵	۱۰	۱۵	۲۰	۴۳/۱	۶۶/۲	۸۹/۳	۹۴/۳	۱۰۰
درصد پیشرفت کل پروژه			۶/۲۵	۶/۲۵	۶/۲۵	۶/۲۵	۲۰/۷۹	۲۰/۷۹	۲۰/۷۹	۶	۶
درصد تجمعی کل پروژه			۶/۲۵	۱۲/۵	۱۸/۷۵	۲۵	۴۵/۷۹	۶۶/۵۸	۸۷/۳۷	۹۳/۳۷	۱۰۰

$A\rightarrow4$	$\frac{1}{4}$
$B\rightarrow3$	$\frac{1}{3}$
$C\rightarrow3$	$\frac{1}{3}$
$D\rightarrow2$	$\frac{1}{2}$

زمان $A \rightarrow \frac{1}{4} \times 0/033 \times 100 = 8/25$

هزینه $A \rightarrow \frac{1}{4} \times 0/2 \times 100 = 5$

معادل $A \rightarrow \frac{1}{4} \times 0/25 \times 100 = 6/25$

زمان B $= \frac{1}{3} \times 0/25 \times 100 = 8/33$

B $= \frac{1}{3} \times 0/4 \times 100 = 13/2$

زمان C $= \frac{1}{3} \times 0/25 \times 100 = 8/33$

هزینه $= \frac{1}{3} \times 0/3 \times 100 = 9/9$

معادل C $= \frac{1}{3} \times ۰/28 \times 100 = 9/24$ +

معادل B $= \frac{1}{3} \times ۰/35 \times 100 = 11/55$

هزینه D $= \frac{1}{2} \times ۰/1 \times 100 = 5$

زمان D $= \frac{1}{2} \times ۰/17 \times 100 = 8/5$

معادل D $= \frac{1}{2} \times ۰/12 \times 100 = 6$

ب:

$A \rightarrow 100\%$

$B \rightarrow \frac{1}{3}$ پیشرفت زمانی پروژه طبق گزارش $= (1 \times \frac{1}{3}) + (\frac{1}{3} \times \frac{1}{4}) + (\frac{1}{3} \times \frac{1}{4}) = ۰/49 \times 100 = \%49$

$C = \frac{1}{3}$

پیشرفت هزینه پروژه طبق گزارش $= (1 \times ۰/2) + (\frac{1}{3} \times ۰/4) + (\frac{1}{3} \times ۰/3) = ۰/43 \times 100 = \%43$

پیشرفت کلی پروژه طبق گزارش $= (1 \times ۰/25) + (\frac{1}{3} \times ۰/35) + (\frac{1}{3} \times ۰/28) = \%.....$

کنترل پروژه طبق گزارش انجام شد که پروژه از نظر پیشرفت مشکلی ندارد.

نکته: اگر حین کنترل پروژه مشخص شد که انحرافی وجود دارد باید اقدام اصلاحی مورد نیاز تعیین و اجرا شود.

چگونه یک پروژه را خاتمه دهیم؟

پروژه زمانی خاتمه می یابد که فاز قبلی یعنی کنترل پروژه اطمینان دهد که یا اینکه تمام فعالیت ها انجام شده اند یا اینکه بنا به دلایلی امکان رسیدن به اهداف پروژه وجود ندارد. برای خاتمه دادن به پروژه لازم است که جلسه نهایی با حضور اعضای تیم و ذی نفعال پروژه برگزار شود که در این جلسه گزارش نهایی توسط تیم پروژه ارائه می شود و نتایج و تجربیات کسب شده برای استفاده از پروژه های آینده جمع آوری می شود سپس با حضور اعضا از پروژه بازدید می شود و اقلام تحویل شدنی به ذی نفع تحویل داده می شود.

بزرگترین انتقام گذشتن و رفتن است

ساعت زنگ زده زنگهاش رو زده

سلامتی و تعجیل در فرج آقا امام زمان (عج) صلوات

التماس دعا