

مجموعه مطالب مربوط به

سیستم برنامه ریزی

و

کنترل پروژه

(جلد اول)

تنظیم: ادیک باغدا ساریان

بیشگفتار

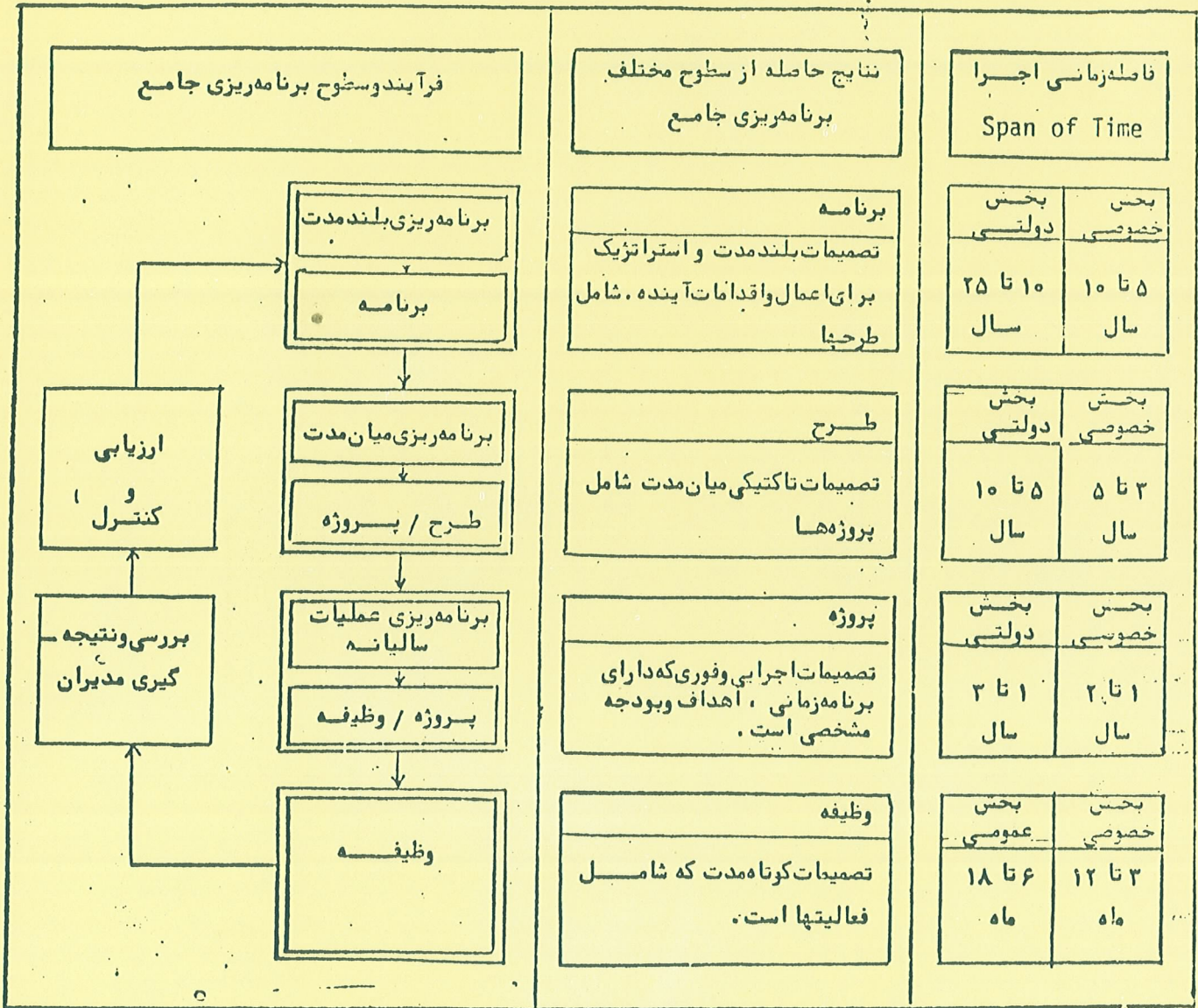
بیش از بیست و پنج سال از پیدایش ، تکوین و استفاده از نظامها و سیستمهای مدون و پیچیده ارزشیابی برنامه ریزی ، نظارت و مدیریت بر طرحها و پروژهها نمی گذرد و کار توسعه و تکمیل این روشها ، تکنیکها و سیستمها همچنان ادامه دارد .

هدف و مأموریت عمده سیستمهای برنامه ریزی و کنترل (نظارت) پروژه ، تامین اهداف (Goal) و مقاصد یا اهداف فرعی (Objective) " برنامه " (Plan) ، " طرح " (Program) و " پروژه " (Project) با بهینه نگهداشتن یا مطلوب نمودن (Optimization) " زمان " (Time) ، " هزینه " (Cost) و " کیفیت " (Quality) است .

از اینرو ، کشورهاییکه در فرآیند یا جریان (Process) تحول ساخت اقتصادی - اجتماعی شان در موقعیتی قرار گرفته بودند که نه تنها " وقت " بلکه سایر " منابع " (Resource) نیز برای آنها " طلا " بوده است ، جهت استمرار و یا ارتقاء مرحلهای که در آن قرار داشتند ، نیازمند به تهیه ، توسعه و استفاده از این روشها ، تکنیکها و سیستمها بوده اند .

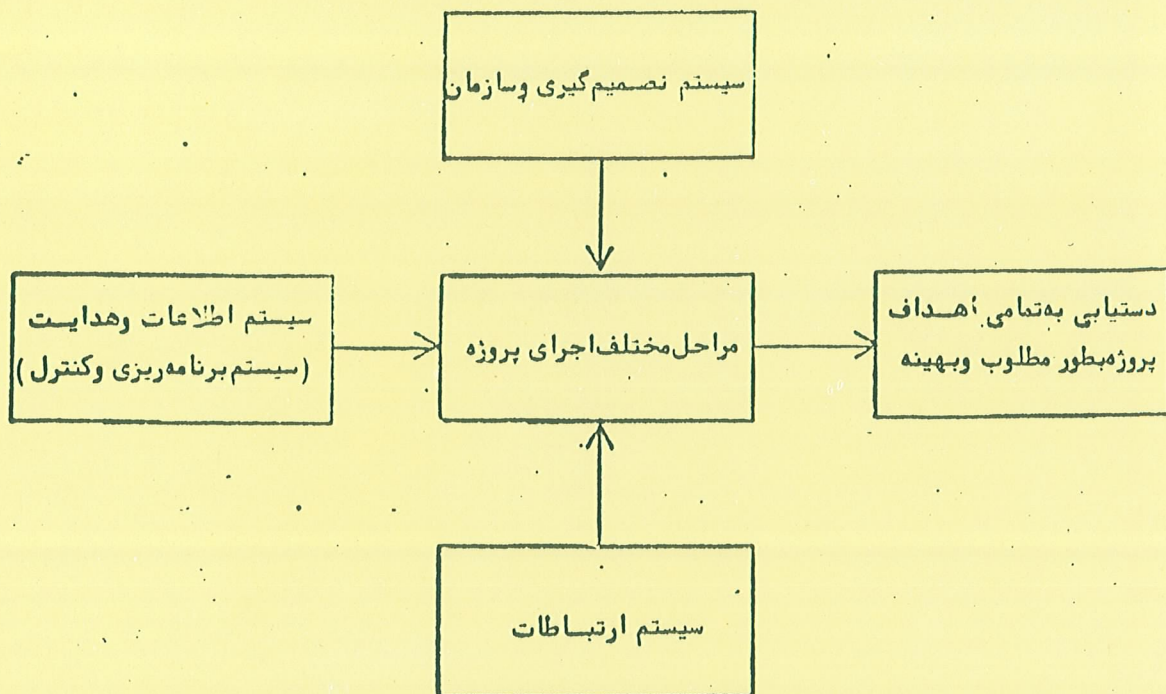
بدون تردید ، برای تهیه ، توسعه و اجرا و کاربرد این روشها ، تکنیکها و سیستمها ، بایستی ارزش یکایک منابع در ساخت اقتصادی - اجتماعی شناخته و مشخص شده ، از یک طرف ، و استفاده بهینه و مطلوب از آنها ، از طرف دیگر ، مورد طلب و نیاز باشد .

آنچه در این جزوه مختصرا ارائه می شود ، حاوی نکات بسیار کلی این درس می باشد . حضور فعال در کلاس ، شرط لازم و کافی برای درک کامل مفاهیم و مطالب این درس و تسلط در کاربرد و استفاده از آنها است .



شکل ۱- جریان یا فرآیند برنامه‌ریزی جامع (Corporate planning)

سطوح و نتایج حاصله از آن



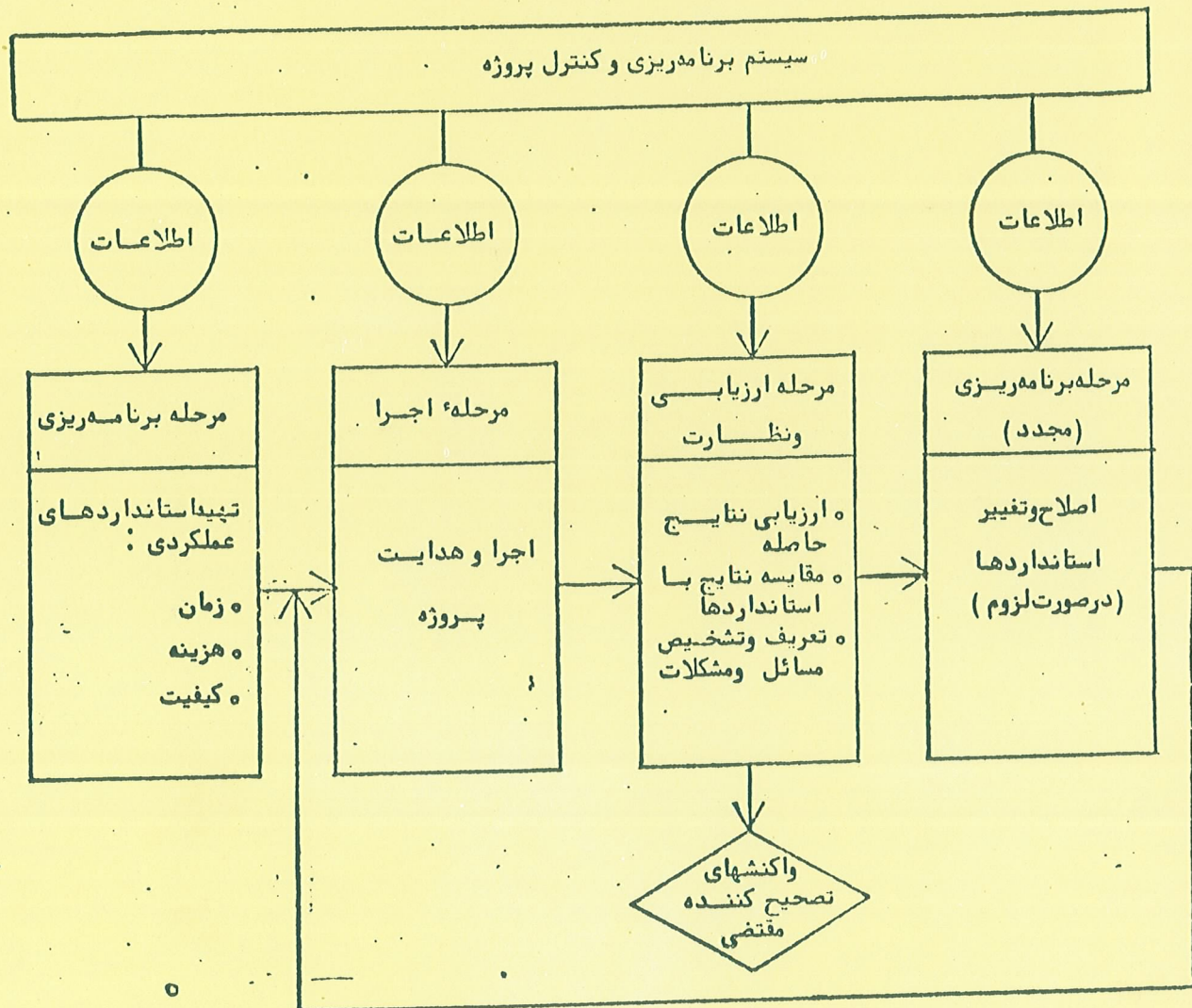
شکل ۲- سیستمهای لازم و ضروری برای اجرای پروژهها

۳- تعریف سیستم برنامه‌ریزی و کنترل پروژه

سیستم برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، مجموعه‌ای از پرسشنامه‌ها، فرمهای دریافت اطلاعات، برنامه‌های پیش ساخته (Package)، روشها، تکنیکها و منابعی است که مرتبط و وابسته به یکدیگر میباشند. بدیهی است که این سیستم، مانند هر سیستم دیگری دارای ورودی (Input) و خروجی (Output) و قواعد پردازشی و بازخورد (Feedback) خاصی است. سیستم برنامه‌ریزی و کنترل پروژه الزاماً "پیچیده و بغرنج نیست و درک و کاربرد آن، حداقل در پروژه‌های کوچک، نیازی به استفاده از کامپیوتر یا آشنایی و تسلط در آمار، ریاضیات و کامپیوتر ندارد.

امروزه، منظور از سیستمهای برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، غالباً، استفاده از تکنیکهای مبتنی بر تحلیل شبکه (Network Analysis Method) و برنامه‌های پیش ساخته و روشهای مبتنی بر آنهاست.

کار اصلی سیستم برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، عبارت از تهیه، جمع‌آوری، ثبت و نگهداری اطلاعات مراحل مختلف "دوره زندگی پروژه" (Project life cycle) و پردازش (Process) و تقویت آن است.

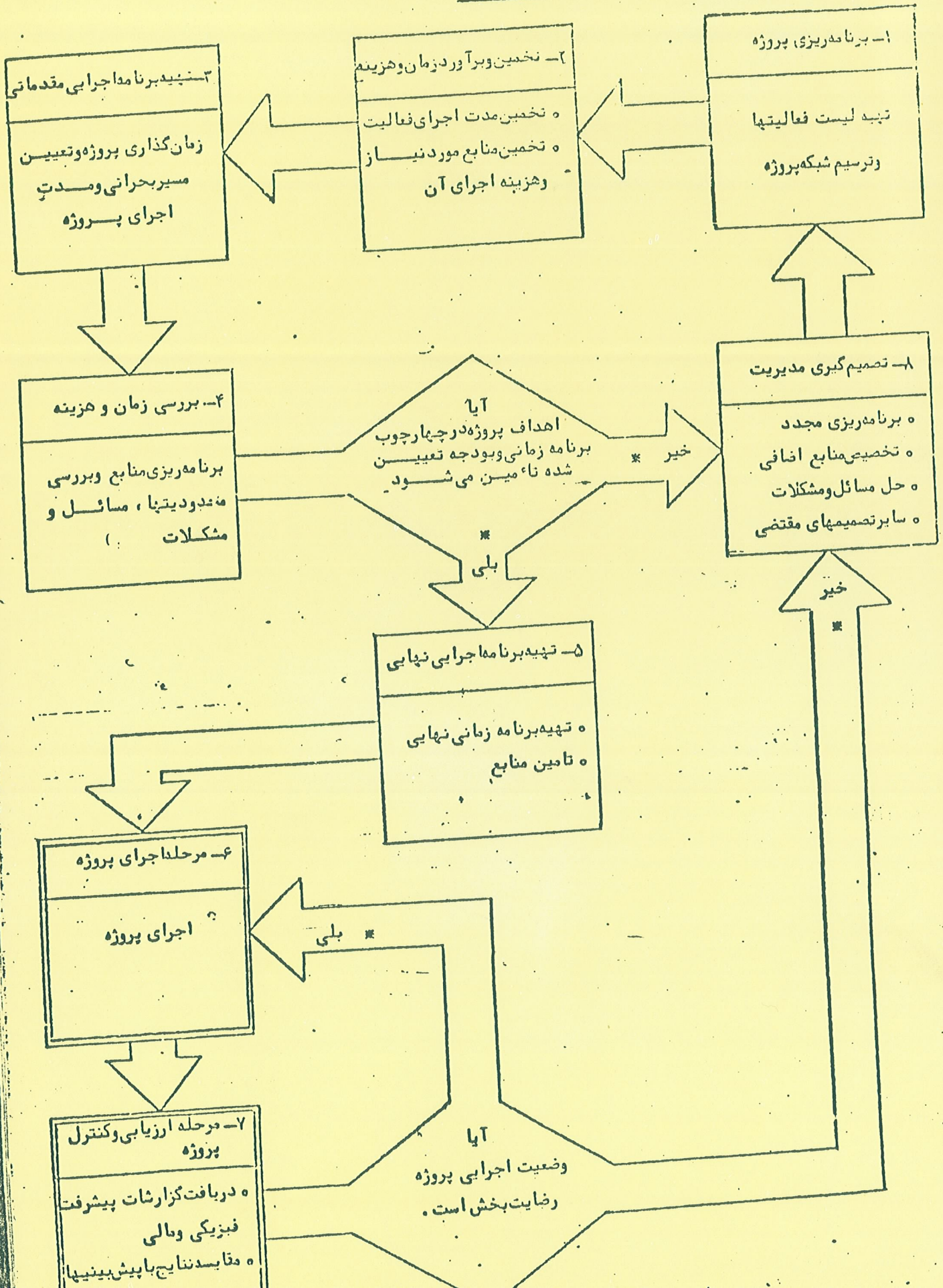


شکل ۳- کار سیستم برنامه‌ریزی و کنترل پروژه در مراحل مختلف اجرای آن

۵- مأموریت یا اهداف سیستم برنامه‌ریزی و کنترل پروژه

مأموریت یا هدف اصلی سیستم برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، حفظ و نگهداری پروژه بر طبق برنامه زمان‌بندی شده (رعایت استانداردهای زمانی)، بودجه تعیین شده (رعایت استانداردهای هزینه) و تامین کیفیات مشخص شده، نتایج، اهداف و محصولات نهایی پروژه (رعایت و تامین استانداردهای کیفیت) است.

۱- نحوه استفادار و استفاده از سیستم برنامه ریزی و کنترل پروژه



پروژه، به مجموعه وظایف (Task) و فعالیت (Activity) هائی منطقی و مرتبط به یکدیگر اطلاق می‌شود که برای تأمین اهداف (Goal) و مقاصد (Objective) با اهداف فرعی کسی یا کثرتی مشخصی، اجرای آنها ضروری است.

هر پروژه جنبه دسنیایی به مقاصد و اهداف خاصی، در چهارچوب برنامه‌زمانی و بودجه مشخصی، طرح و اجرا می‌شود. از اینرو، نیازمند "سازمان" ویژه‌ای می‌باشد. مدت اجرای پروژه، در بخش دولتی، بین ۱ تا ۳ سال می‌باشد.

۳- تعریف فعالیت

- فعالیت (فعالیت واقعی) کوچکترین واحد عملیاتی در پروژه است که دارای مشخصات زیر است:
- زمان شروع و خاتمه و مدت اجرای معین و مشخصی دارد.
- معنی دار و منطقی بوده و با سایر فعالیتهای پروژه ارتباط دارد.
- برای اجرا شدن، به "زمان" و سایر منابع (نیروی انسانی، تجهیزات، مواد اولیه) نیاز دارد.

۴- برنامه‌ریزی پروژه (Project Planning)

برنامه‌ریزی پروژه، فرآیند و جریانی است که در آن، کارت تحلیل، شناخت و تفکیک مراحل و فعالیتهای پروژه و تعیین ارتباط فعالیتهای آنها انجام می‌گیرد.

برای انجام کار برنامه‌ریزی پروژه یا تعیین فعالیتهای آن، بایستی مقاصد، اهداف و موضوع (Scope) پروژه را به خوبی بدانیم.

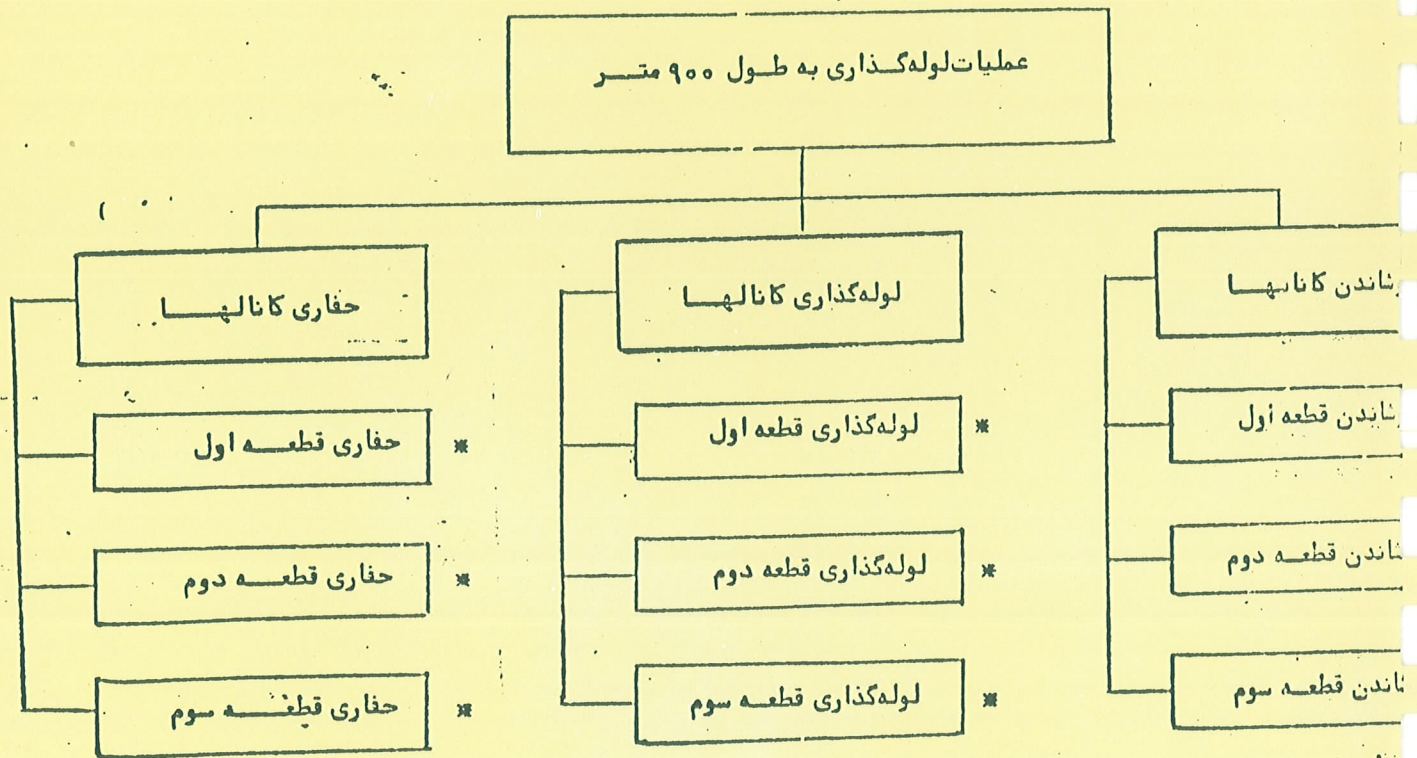
در برنامه‌ریزی پروژه، فقط، کارها و فعالیتهایی که در چهارچوب موضوع پروژه قرار دارند و در تأمین و دستیابی به مقاصد و اهداف پروژه موثر می‌باشند در نظر گرفته می‌شوند.

د- چگونه فعالیتهای یک پروژه را مشخص می‌کنیم

برای کاربرد و استفاده از روشهای مبتنی بر تحلیل شبکه، بایستی پروژه را به اجزاء تشکیل دهنده آن (فعالیتها) تقسیم و تفکیک نمائید. در بسیاری از پروژه‌ها، به ویژه پروژه‌های بزرگ، استفاده از یک روش سیستماتیک در تعیین فعالیتهای ضرورت دارد. روش "تقسیم و تفکیک پروژه" (Breakdown Structure) Project یاب به طور خلاصه (P.B.S) ما را در شناخت و تعیین فعالیتهای پروژه یاری می‌دهد.

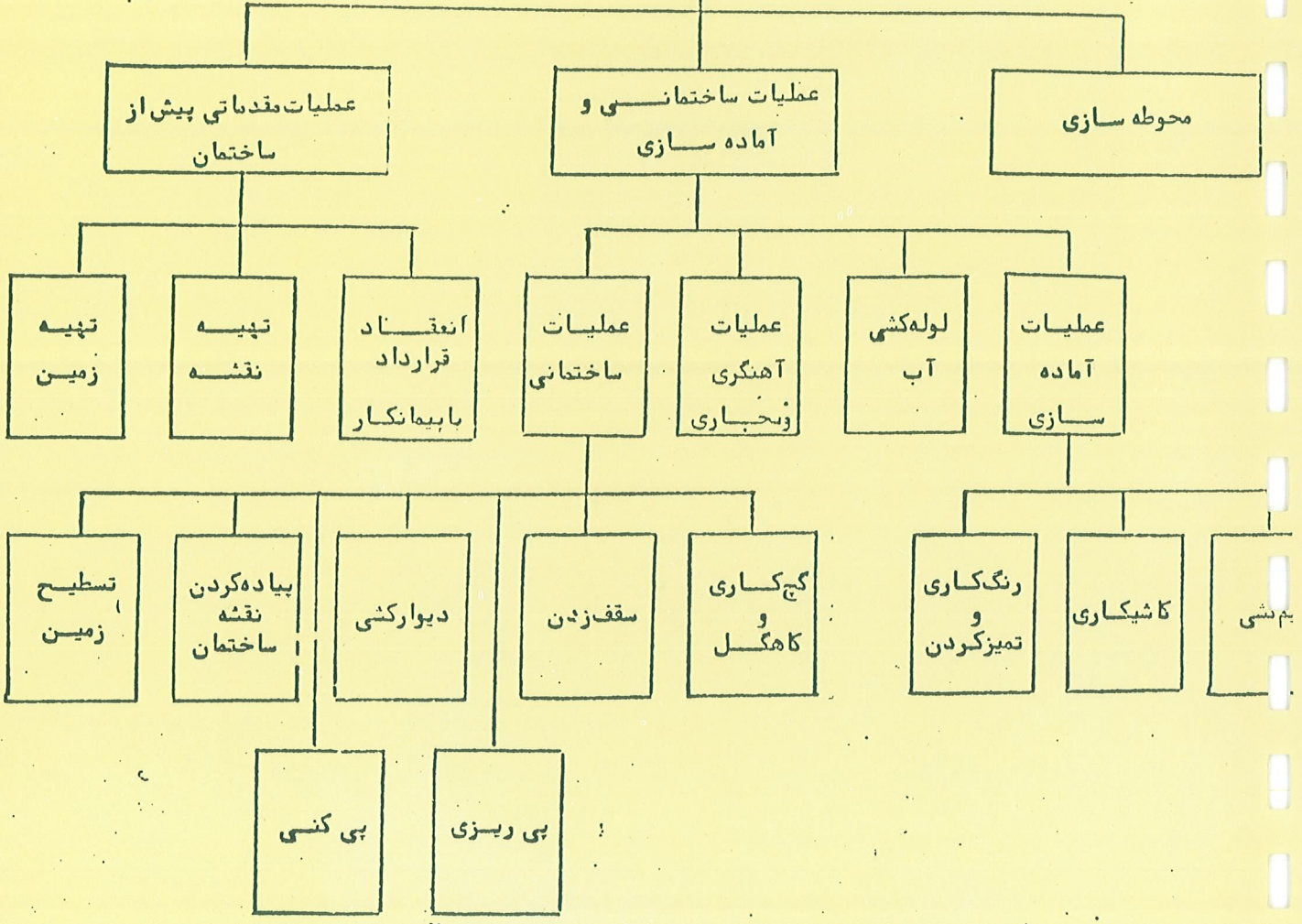
در روش P.B.S، کارتنسیم و تفکیک پروژه را سطح (Level) به سطح و از بالا به پایین انجام می‌دهیم. هر یک از عناصر هر سطح را به نوبه خود، به سطح بعدی تفکیک می‌کنیم. اینکار را آنقدر ادامه می‌دهیم تا به سطح جزئیات یا کارها و فعالیت‌های لازم برای اجرای پروژه برسیم.

- ۱- روش تفکیک براساس مراحل پروژه (Phase orientation Approach)
- ۲- روش تفکیک براساس کار یا فونکسیون (Function orientation Approach)
- ۳- روش تفکیک براساس نتایج و محصولات (Product orientation Approach)



شکل ۵- نمودار کامل P.B.S پروژه " عملیات لوله‌گذاری به طول ۹۰۰ متر " با روش تفکیک براساس وظایف (فونکسیون)

احداث ساختمان یک باب مدرسه
ابتدایی ۴ کلاسه



شکل ۶- نمودار کامل P.B.S پروژه احداث ساختمان.....

با روش تفکیک براساس مرحله

۶- انواع روشهای نمایش فعالیت و ترسیم شبکه

- روش لیست
- روش بارچارت
- روشهای مبتنی بر تحلیل شبکه
- List
- Barchart (Ganttchart)
- Network Analysis Method

Critical Path Method(C.P.M)	روش مسیریحرانی
Program Evaluation & Review Technique (PERT)	روش بررسی و ارزیابی برنامه
Activity on Node (A.O.N)	روش نمایش فعالیت در واقع
Precedence diagramming Method (P.D.M)	روش ترسیم مستطیلی فعالیت
Graphical Evaluation & Review Technique(G.E.R.T)	روش گرت
Modified Barchart:Time-Based Network	روش شبکه مبتنی بر زمان

۸- ویژگیها و مزایای روشهای مبتنی برتحلیل شبکه

• برنامه‌ریزی مؤثرتر - C.P.M مدیر پروژه را مجبور به تفکر در مورد چگونگی اجرای فعالیتهای پروژه مینماید. این روش، برنامه‌ریزی دقیق و مفصلی را می‌طلبد که اعتماد و اطمینان نسبت به خاتمه به موقع پروژه را تقویت و افزایش می‌دهد.

• نمایش روابط متقابل فعالیتهای پروژه، موجب شناخت فعالیتهایی (فعالیتهای مسیریحرانی) که نیاز به نظارت بیشتری دارند می‌گردد.

• مشخص شدن مسائل و مشکلات و کاهش مواجهه با آنان - با کاربرد کامل C.P.M، تنگناها، مسائل بالقوه شناخته میشوند و علاج پیش‌آمدها و مشکلات را قبل از وقوعشان خواهیم کرد.

• ارتباطات افراد و گروههای درگیر اجرای پروژه را توسعه داده و تسهیل می‌کند.

• تخصیص منابع به‌طور مطلوب انجام می‌شود و با صرفه‌ترین روشهای تسریع اجرای پروژه شناخته می‌گردد.

• کنترل و هدایت مستمر هزینه‌ها، در طول اجرای پروژه، سودآوری پروژه را تضمین می‌کند.

• سهولت تغییر و اصلاح پروژه در وضعیتهای جدید و پیش‌بینی نشده و مطالعه شقوق مختلف اجرای فعالیتها ساده تر و سریع تر صورت می‌گیرد.

۹- نکات مهم در کاربرد C.P.M (سیستمهای برنامه‌ریزی و کنترل پروژه)

• C.P.M و سایر روشهای مبتنی برتحلیل شبکه، جایگزین "تفکر" و "برنامه‌ریزی" نمی‌شوند، بلکه بر

عکس، برای موفقیت در کاربرد آنها، نیازمند به برنامه‌ریزی و تفکر دقیق و همه جانبه مراحل و فعالیتهای پروژه، حتی پیش از گذشته، می‌باشیم.

• با کاربرد و استفاده از این روش، مسئولین و تعهدات، "کاملاً" مشخص می‌شوند و از اینرو با
مقاومت و احیاناً "کارشکنی" روبرو خواهید شد.

• استفاده از این روشها، به هیچ وجه، نوش دارویی برای مدیریت ضعیف نیست و نخواهد شد.

• برای کاربرد آن، نه تنها مدیریت بلکه کتیه پرسنل و افراد درگیر اجرای پروژه بایستی آموزش کافی
و متناسب کار و وظایف خود داشته باشند.

• C.P.M را بایستی در تمام مراحل اجرای پروژه به کارگیرید.

• C.P.M، فقط "اطلاعات" لازم برای تصمیم‌گیری را تهیه می‌کند. حفظ برنامه‌زمانی پروژه در مقابل
تاخیرات و تغییرات، به واکنشهای موثر و مقتضی افراد تیم پروژه و مدیریت آن بستگی دارد.

• اشتباه در کاربرد این روشها و مواجهه با شکست احتمالی، اثرات و عواقب نامطلوبی را، در مقایسه
با سایر سیستمها، به بار می‌آورد.

• C.P.M را تنها با خواندن نمی‌توان فرا گرفت.

• برای استفاده از C.P.M، به حمایت "کافی" و "صمیمانه" مدیریت و "همکاری" موثر افراد و
سازمانهای درگیر اجرای پروژه نیاز دارید.

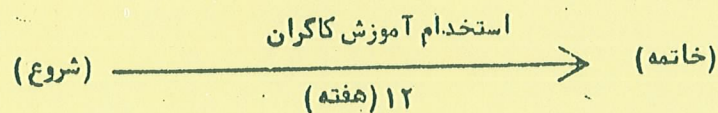
۱- فعالیت (Activity)

فعالیت (واقعی) ، برای اجرا شدن نیاز به " زمان " و سایر منابع دارد. در روش C.P.M ، فعالیت رابه صورت یک " بردار " (Arrow) نمایش میدهند.



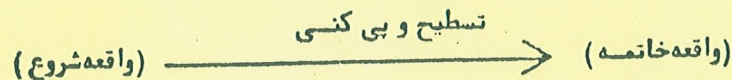
شکل ۷- نمایش ساده یک فعالیت

دم یا ابتدای بردار نشان دهنده " شروع " فعالیت و سر یا انتهای بردار نشان دهنده " خاتمه " فعالیت است. در این روش ، شرح ، موضوع یا نام فعالیت را در بالای بردار و مدت اجرای (Duration) آنرا در پایین بردار می نویسند.

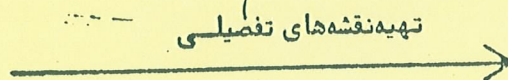


۲- واقعه (Event)

"واقعه" ، همانطور که از نامش پیداست . در یک لحظه از زمان وقوع میباید و برای وقوع خود به " زمان " و هیچ منبع دیگر نیاز ندارد. منابع لازم برای وقوع وقایع توسط فعالیتها مصرف می شود. "شروع" و "خاتمه" فعالیت ، یک واقعه است.

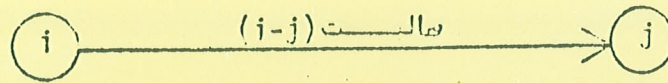


برای مشخص کردن وقایع شروع و خاتمه یک فعالیت از علامت " دایره " استفاده می کنیم.



شکل ۸- نمایش یک فعالیت در روش

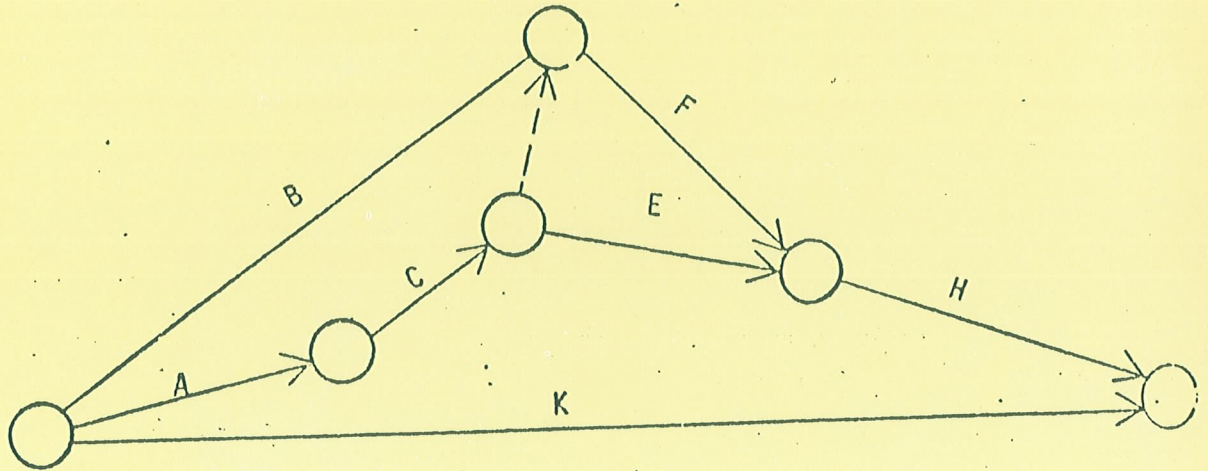
واحد شروع فعالیت را "واقعه" i و واقعه خاتمه فعالیت را "واقعه" j مینامند.



از ترتیب برای شمارهگذاری فعالیتها استفاده می شود.

۳- شبکه (Network)

شبکه، نمودار ترسیمی یا تصویری از پروژه است که فعالیتهای یک پروژه و روابط آنها را با یکدیگر نمایش می دهد. شبکه، مانند پروژه، فقط یک واقعه شروع و فقط یک واقعه خاتمه دارد.



شکل ۹- نمایش یک شبکه

۴- چگونه روابط مابین فعالیتها را مشخص می کنند.

برای ترسیم شبکه پروژه، بایستی لیست فعالیتها را درست داشته باشید. با استفاده از این لیست، روابط فیزیکی و منطقی مابین فعالیتها را مشخص می کنید.

نوع یا موضوع فعالیت	نام اختصاری فعالیت	فعالیت‌های ماقبل یا تقدم	فعالیت‌های مابعد یا موخر
حناری قطعه اول	A.1		
حناری قطعه دوم	A.2		
حناری قطعه سوم	A.3		
لوله‌گذاری قطعه اول	B.1		
لوله‌گذاری قطعه دوم	B.2		
لوله‌گذاری قطعه سوم	B.3		
پوشانیدن قطعه اول	C.1		
پوشانیدن قطعه دوم	C.2		
پوشانیدن قطعه سوم	C.3		

شکل ۱۰- لیست روابط و فعالیت‌های پروژه "عملیات ..."

برای مشخص کردن روابط مابین فعالیتها، یکی از فعالیت‌های این لیست را انتخاب می‌کنیم. دو سؤال زیر را در مورد فعالیت انتخاب شده جواب دهید:

۱- برای اینکه این فعالیت (A.1) را شروع کنیم کدامیک از فعالیت‌های پروژه "بایستی" یا "بهبتر" است که قبلاً اجرا شده باشند. اگر به این سؤال جواب دهید، توانستاید فعالیت‌های ماقبل (Activity Predecessor) یا مقدم یا پیش نیاز این فعالیت (A.1) را مشخص کنید.

۲- با اجرا یا خاتمه این فعالیت (A.1)، کدامیک از فعالیت‌های پروژه "می‌توانند" یا "بهبتر" است که شروع شوند. با پاسخ به این سؤال، فعالیت‌های مابعد یا پسین یا موخر (Successor Activity) این فعالیت را مشخص می‌نمائیم.

پس از تکمیل لیست شکل ۱۰، رابطه فعالیت‌های پروژه را با سایر فعالیت‌های نویسیم. مثلاً:

• B.1 پس از A.1

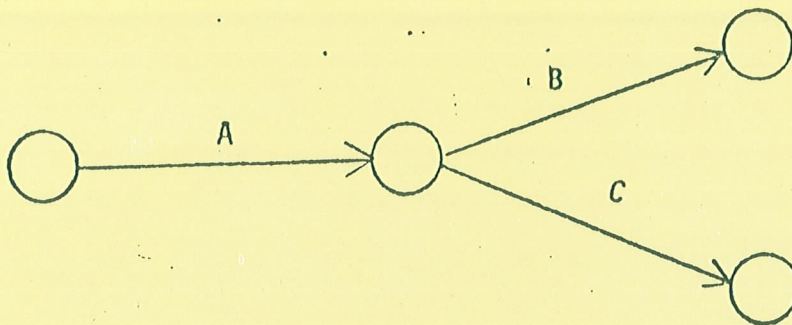
• C.1 پس از B.1

در مثالهای زیر، روابط فعالیتها را، با روش ترسیم برداری (C.P.M) نمایش داده‌ایم.

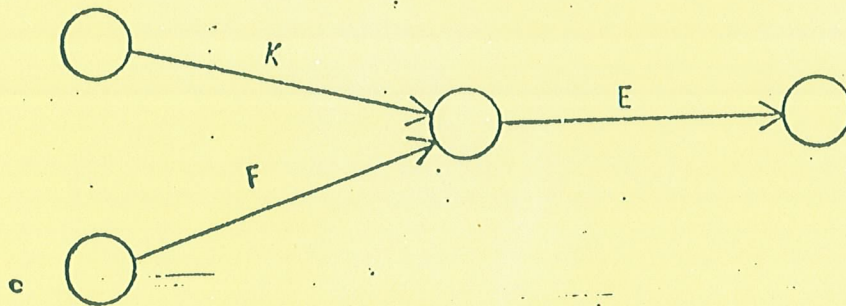
۱- فعالیت A پس از خاتمه فعالیت B شروع می‌شود.



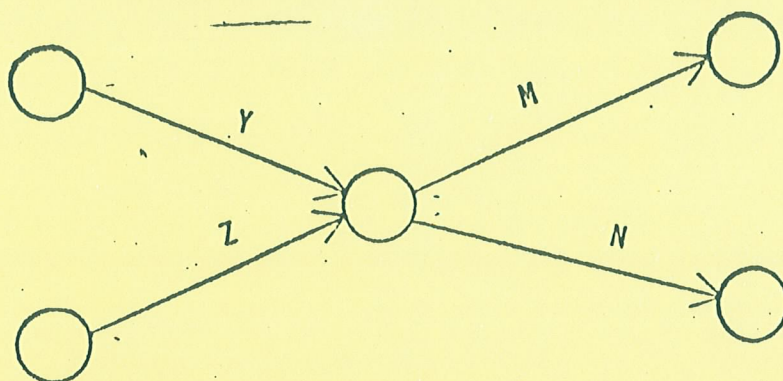
۲- فعالیت‌های B و C پس از خاتمه فعالیت A شروع می‌شوند.

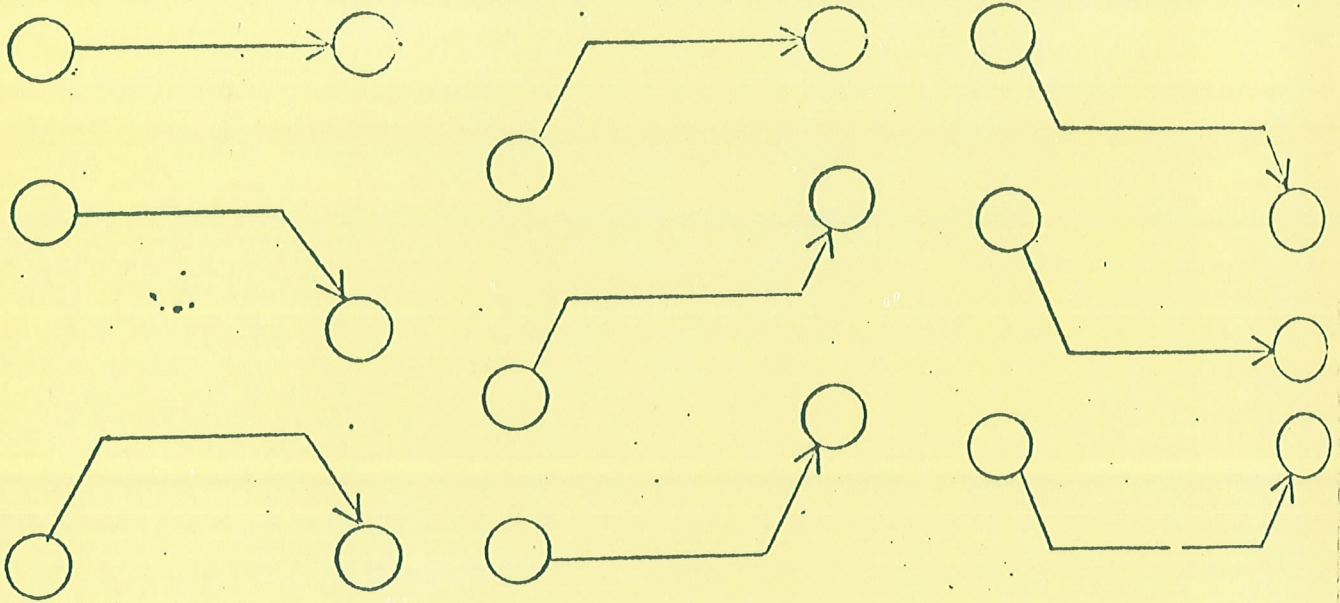


۳- فعالیت E پس از خاتمه فعالیت‌های K و F اجرا می‌شود.



۴- فعالیت‌های M و N پس از فعالیت‌های Y و Z شروع می‌شوند.





شکل ۱۱ - انواع فرمهای نمایش فعالیت

در ترسیم شبکه ، از فرم نمایشی مناسب آن فعالیت استفاده کنید .

۷- نکاتی که در ترسیم شبکه بایستی رعایت کنید

سادگی طرح وزیباتی ظاهری شبکه ، کمک فراوانی در درک فعالیت‌های پروژه و نامین ارتباط افراد و گروهبان‌های سهم در اجرای پروژه مینماید . شبکه را باید طوری ترسیم کنید که به سهولت قابل خواندن و فهمیدن باشد . از اینرو ، رعایت نکات زیر در ترسیم شبکه اهمیت و ضرورت دارد .

۱- قبل از ترسیم ، بایستی هدف از تهیه آن تعیین و نیز نقش ، وظایف و سطوح استفاده کنندگان (سطوح مختلف مدیریت و سطوح مختلف اجرا کنندگان) از شبکه مشخص باشد . به این ترتیب ، می توان شبکه‌های مناسب و مقتضی اهداف و مقاصد استفاده کنندگان تهیه کنید .

۲- دستور کار در ترسیم بسیار خلاصه و ساده است . ابتدا ، فعالیتی را ترسیم کنید که یا فعالیت‌های ماقبل آنرا ترسیم کرده باشید و یا ترسیم آنها " ساده " و " بدون دردسر " باشد .

۳- هر فعالیت را " فقط " یکبار و بایک بردار نمایش دهید .

- ۴- فعالیت را با نرم نمایش مناسب و تراخیز مرتبیت و روابط آن در سیم کنید .
- ۵- فعالیتها (بردارها) را رویه عقب (از راست به چپ) ترسیم نکنید .
- ۶- فاصله بردارها از یکدیگر نه چندان زیاد باشد که شبکه بی تناسب گردد و نه چندان کم باشد که خواندن و درک آنها دشوار باشد .
- ۷- طول بردارها را نه چندان طویل ترسیم کنید که شبکه طویل گردد و نه چندان کوتاه که جای کافی برای نوشتن شرح فعالیتها نداشته باشد .
- ۸- از تقاطع فعالیتها ، چه فعالیتهای واقعی و چه فعالیتهای مجازی ، در صورتیکه چاره پذیر و غیر الزامی نباشد خود داری کنید . در انتقال و جابجا کردن محل فعالیتها ، روابط تعریفی را رعایت کنید .
- ۹- هر شبکه ، " فقط " یک واقعه شروع و " فقط " یک واقعه پایانی داشته باشد .
- ۱۰- فعالیتهای مجازی "بی مورد" و اضافی را حذف کنید .
- ۱۱- پس از ترسیم شبکه ، آنرا با روابط تعریفی مطابقت نمائید تا از ترسیم تمام فعالیتها و روابط آنها و صحت و درستی شبکه مطمئن شوید .

۸- عند مثال ترسیم شبکه

۱- پروژه‌های با فعالیتها و روابط زیر مفروض است ، شبکه آنرا ترسیم کنید .

- | | |
|---|------------------------|
| ۱ | K فعالیت ابتدایی |
| ۲ | L و A پس از K . |
| ۳ | B پس از L |
| ۴ | A, B فعالیتهای انتهایی |

۲- پروژه‌های با فعالیتها و روابط زیر مفروض است ، شبکه آنرا ترسیم کنید .

- | | |
|---|--|
| ۱ | X و C فعالیتهای ابتدایی و H فعالیت انتهایی است . |
| ۲ | Q و T پس از X |
| ۳ | A پس از T |
| ۴ | H پس از C ، A و Q |

۳- پروژه‌های با فعالیتها و روابط زیر مفروض است ، شبکه آنرا ترسیم کنید .

- | | |
|---|--------------------|
| ۱ | N فعالیت ابتدایی - |
| ۲ | E و W پس از N |
| ۳ | I ، A و B پس از W |
| ۴ | O پس از E و I |
| ۵ | P پس از B |
| ۶ | S پس از O ، A و P |

۴- پروژهای با فعالیتها و روابط زیر مفروض است، شبکه آنرا ترسیم کنید.

۱. A و R فعالیتهای ابتدایی.

۲. H، S و M پس از A.

۳. B پس از M.

۴. L پس از H و R.

۵. C پس از L و Y.

۶. S پس از D.

۷. K پس از D و B.

۵- پروژهای با فعالیتها و روابط زیر مفروض است، شبکه آنرا ترسیم کنید.

۱. A و B فعالیتهای ابتدایی، C و D فعالیتهای انتهایی هستند.

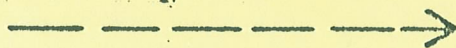
۲. D پس از E.

۳. C پس از A و B.

۹- فعالیت مجازی (Dummy Activity)

فعالیت مجازی، فعالیتی است که زمان اجرای آن "صفر" است. فعالیت مجازی را در روش C.P.M.

به صورت "خط منقطع" نمایش می دهند.

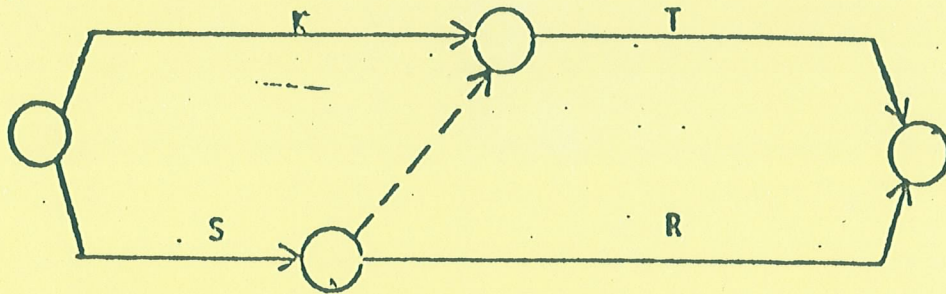


شکل ۱۲- نمایش فعالیت مجازی

فعالیت مجازی، دو نقش اساسی در ترسیم شبکه ایفا می کند.

الف- نمایش ارتباط فعالیتها: در مواقعی که نمایش و تأمین ارتباط فعالیتها به طور "مستقیم" (به-

تعبیری) وجود ندارد از فعالیت مجازی برای نمایش و تأمین ارتباط "غیرمستقیم" آنها استفاده می کنیم.



شکل ۱۳- نمایش وظیفه اول فعالیت مجازی

چند مثال ترسیم شبکه :

۴- پروژه‌های با فعالیتیها و روابط زیر مفروض است ، شبکه آنرا ترسیم کنید.

- ۱. A و K فعالیتهای ابتدایی
- ۲. F و B پس از A
- ۳. Q پس از K
- ۴. L پس از F
- ۵. P پس از B و F
- ۶. H پس از Q و L

۷- پروژه‌های با فعالیتیها و روابط زیر مفروض است ، شبکه آنرا ترسیم کنید.

- ۱. F پس از B
- ۲. E پس از A و B
- ۳. H پس از D
- ۴. G پس از F و D
- ۵. E و H فعالیت‌های انتهایی هستند.

۸- پروژه‌های با فعالیتیها و روابط زیر مفروض است ، شبکه آنرا ترسیم کنید.

- ۱. A و M فعالیتهای ابتدایی.
- ۲. N پس از A و M
- ۳. P پس از A ، B پس از H
- ۴. S پس از R و N
- ۵. T پس از R

۹- پروژه‌های با فعالیتیها و روابط زیر مفروض است ، شبکه آنرا ترسیم کنید.

- ۱. A ، B و C فعالیتهای ابتدایی.
- ۲. E پس از A و C
- ۳. D پس از B و A
- ۴. H پس از C
- ۵. F پس از D و E
- ۶. G پس از E

۱۰- پروژه‌های با فعالیتیها و روابط زیر مفروض است ، شبکه آنرا ترسیم کنید.

- ۱. E پس از A و B
- ۲. G پس از C و D
- ۳. F پس از A ، B ، C و D
- ۴. K و H پس از E و F

۱۱- پروژه‌های با فعالیتیها و روابط زیر مفروض است ، شبکه آنرا ترسیم کنید.

- ۱. A فعالیت ابتدایی و M و N فعالیت‌های انتهایی.

- ۲ N پس از L
- ۵ H پس از G
- ۷ T پس از K و L
- ۹ X پس از H و T
- ۱۱ M پس از F و X
- ۲ D و G پس از B
- ۴ B و C پس از A
- ۶ K و L پس از C
- ۸ E پس از D
- ۱۰ F پس از E و G

* ۱۲- پروژهای با روابط و فعالیتهای زیر مفروض است، شبکه آنها ترسیم کنید.

- | | |
|------------------------------------|------|
| • ۱ X, A, B و Q فعالیتهای ابتدایی. | A ۶ |
| • ۲ E پس از I, F و A | B ۵ |
| • ۳ C پس از X و A | C ۲ |
| • ۵ G پس از C, P و K | E ۱۰ |
| • ۶ H و L پس از Q | F ۲ |
| • ۸ F پس از K و Q | G ۸ |
| • ۱۰ I و H پس از B | H ۲ |
| | I ۱۱ |
| | J ۲ |
| | K ۹ |
| | L ۱۰ |

۱۲- پروژهای با روابط و فعالیتهای زیر مفروض است، شبکه آنها ترسیم کنید.

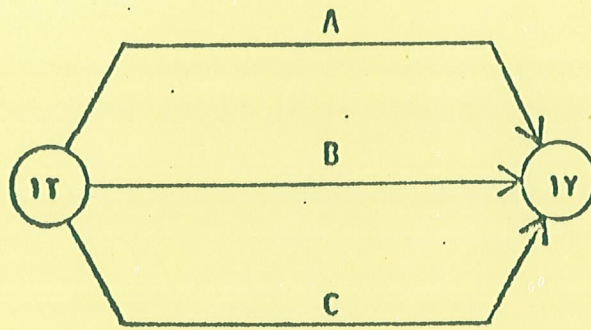
- | | |
|---------------------------------|--|
| • ۱ J, H و M فعالیتهای انتهایی. | |
| • ۲ A, E و L پس از M | |
| • ۳ G پس از P | |
| • ۵ S پس از L | |
| • ۶ D پس از E و K | |
| • ۷ P پس از E و L | |
| • ۹ F پس از K | |
| • ۱۰ H پس از G, S و B | |
| • ۱۱ Q پس از K و C | |
| • ۱۲ N پس از F, Q, R و P | |
| • ۱۳ R پس از C | |

۱۲- پروژهای با روابط و فعالیتهای زیر مفروض است، شبکه آنها ترسیم کنید.

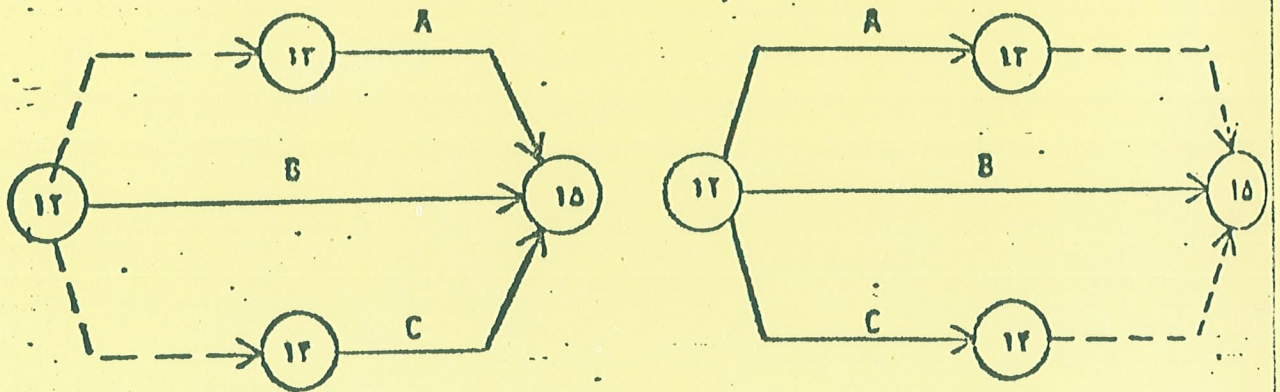
- | | |
|------------------------------------|--|
| • ۱ A فعالیت شروع - | |
| • ۲ B پس از L و N | |
| • ۵ R پس از K و H | |
| • ۶ L, W و H پس از A | |
| • ۸ H پس از N | |
| • ۱۰ C و Q پس از K | |
| • ۱۱ T پس از P و B | |
| • ۱۲ G پس از Q و C | |
| • ۳ S, G, T و R فعالیتهای انتهایی. | |
| • ۴ P پس از Q | |
| • ۷ K پس از B | |
| • ۹ C پس از Q | |
| • ۱۱ T پس از P و B | |
| • ۱۳ S پس از W و C | |

ب - وظیفه دوم فعالیت مجازی : منحصر به فرد کردن شماره فعالیتها

سه فعالیت A ، B و C از یک واقعه شروع و به یک واقعه ختم می شوند ، شبکه آنرا ترسیم کنید .



شکل ۱۲



شکل ۱۵ - نمایش درست و صحیح شبکه سه فعالیت C, B, A

۱۰ - شماره گذاری شبکه

پس از ترسیم شبکه ، آنرا شماره گذاری می کنیم . با شماره گذاری وقایع ، برای هر فعالیت یک شماره منحصر

به فرد بدست می آوریم . در شماره گذاری وقایع ، بایستی دو قاعده زیر را همواره رعایت کنید :

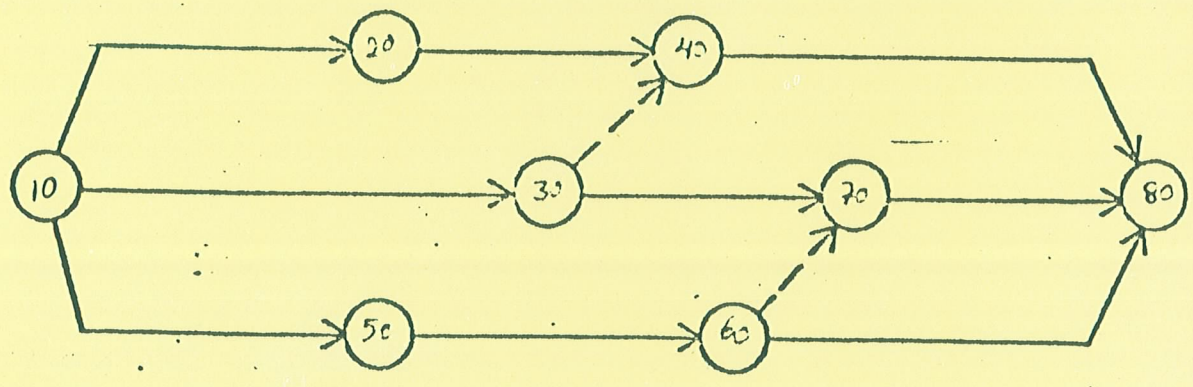
قاعده اول - هر فعالیت باید شماره منحصر به فردی داشته باشد . این قاعده شامل تمام فعالیتها ، چه

فعالتهای واقعی و چه فعالیتهای مجازی می گردد .

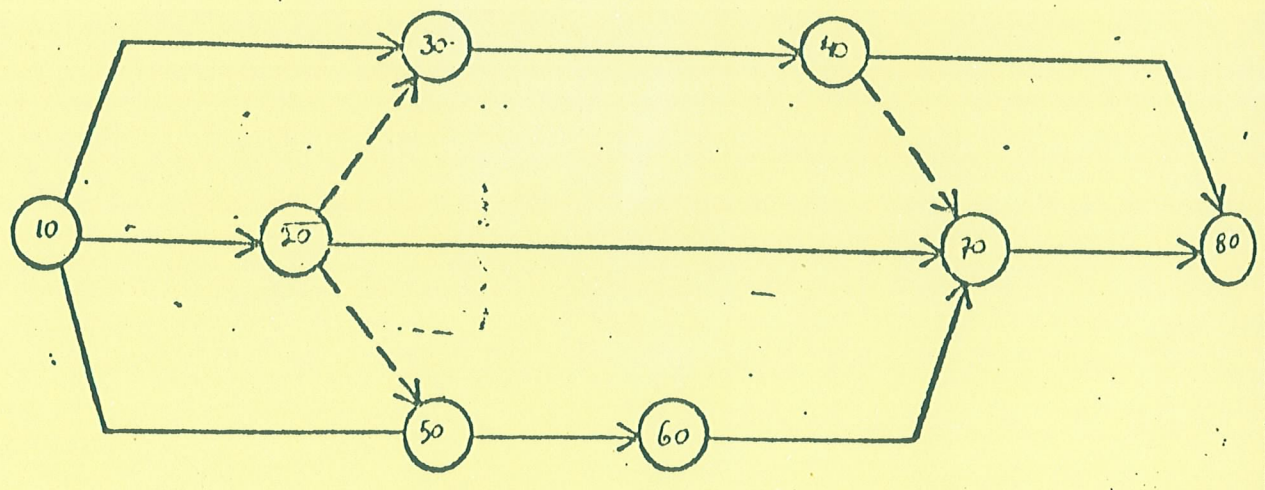
قاعده دوم - شماره واقعه خاتمه هر فعالیت (واقعه ۲) بایستی از شماره واقعه شروع فعالیت

(واقعه ۱) بزرگتر باشد .

در این دوه برای شماره گذاری فعالیتها ، از روش شماره گذاری "افقی" استفاده می کنیم . شبکه های زیر را شماره گذاری کنید .



شکل ۱۶



شکل ۱۷

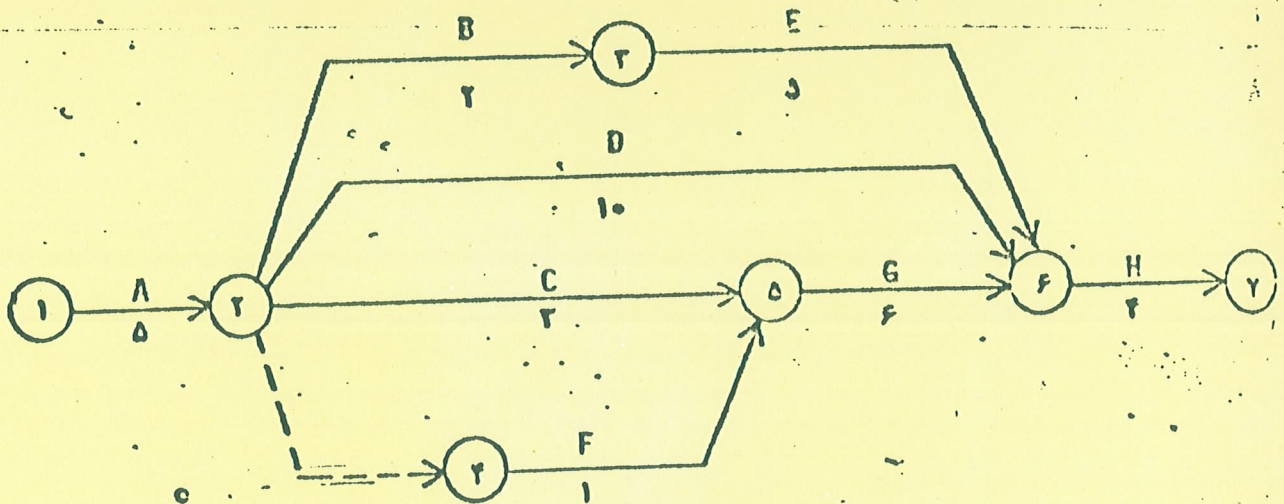
۱- نکات لازم در تخمین منابع مورد نیاز فعالیت

- فعالیت بدون وقفه و انقطاع اجرایی شود.
- "شرایط اجرای" فعالیت به طور عادی و معمولی است.
- تعداد، نوع و کیفیت منابع مورد نیاز فعالیت بایستی در تمام مدت اجرای آن یکسان باشد.

۲- ضوابط و معیارهای تقسیم و تفکک فعالیت

- تفاوت فیزیک و طبیعت و ماهیت فعالیت.
- تفاوت مسئولین اجرا کننده فعالیت.
- تفاوت تعداد، نوع و کیفیت منابع مورد نیاز فعالیت.
- تفاوت محل و مکان اجرای فعالیت.
- اعمال نظارت بیشتر و دقیق تر.

۳- مدت اجرای پروژه (Project Duration)



شکل ۱۸ - شبکه پروژه "کاف"

مدت اجرای پروژه، برابر مدت زمان یا طول زمانی بزرگترین مسیر پروژه است. این مسیر را "مسیر بحرانی" (Critical Path) مینامند.

۴- مسیر بحرانی (Critical Path)

مسیر بحرانی دارای مختصات زیر است :

• مانند هر مسیر دیگری از اولی و افق شبکه تا آخرین و افق آن امتداد دارد و هیچگونه گسستی و انقطاع ندارد.

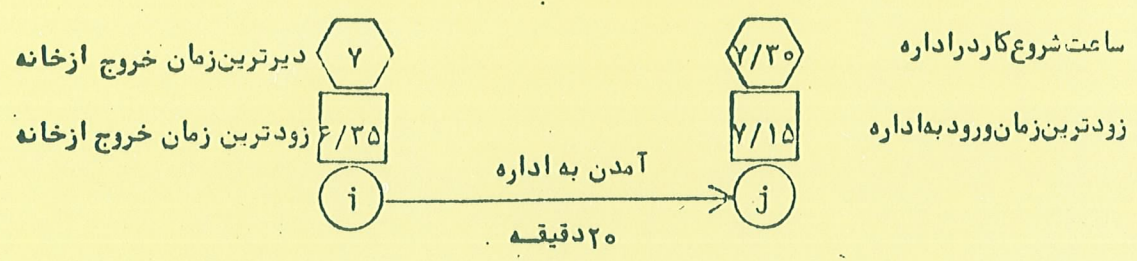
• مسیر بحرانی از "وقایع بحرانی" و "فعالیت‌های بحرانی" تشکیل شده است. معیارت دیگر، از تمام وقایع و فعالیت‌های بحرانی می‌گذرد.

• هر پروژه، حداقل، یک مسیر بحرانی دارد.

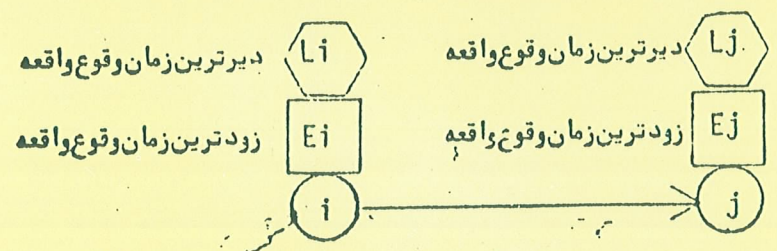
• "بحرانی" بودن یک مسیر، خاصیتی ثابت و لایتغیر نیست.

• مسیر بحرانی را به نحو متمایزی از سایر مسیرهای شبکه نمایش می‌دهیم.

د- وقایع بحرانی (Critical Event)



شکل ۱۹



تفاضل زودترین زمان وقوع واقعه از دیرترین زمان وقوع آن را آزادی عمل (Float) واقعه می‌نامند. واقعه بحرانی، واقعه‌ای است که آزادی عمل (Float) آن برابر صفر باشد. به عبارت بهتر دیرترین و زودترین زمان وقوعش با هم برابر باشد.

۶- روش زمان‌گذاری (Forward Path)

در روش زمان‌گذاری "از ابتدا به انتها" (Forward Path) یا روش رفت یارو به جلو، علاوه بر محاسبه زودترین زمان وقوع وقایع، زودترین زمان شروع فعالیتها را نیز به دست می‌آوریم.

$E_i = \text{Earliest Start Time} = E_s(i-j)$

برای انجام این روش، دستورالعملیاتی زیر را به دقت بخوانید و عمل کنید:

۱- زودترین زمان وقوع اولین واقعه را صفر بگذارید.

۲- زودترین زمان وقوع واقعه قطعی را با مدت اجرای فعالیت منسوب از آن واقعه جمع کرده و زودترین

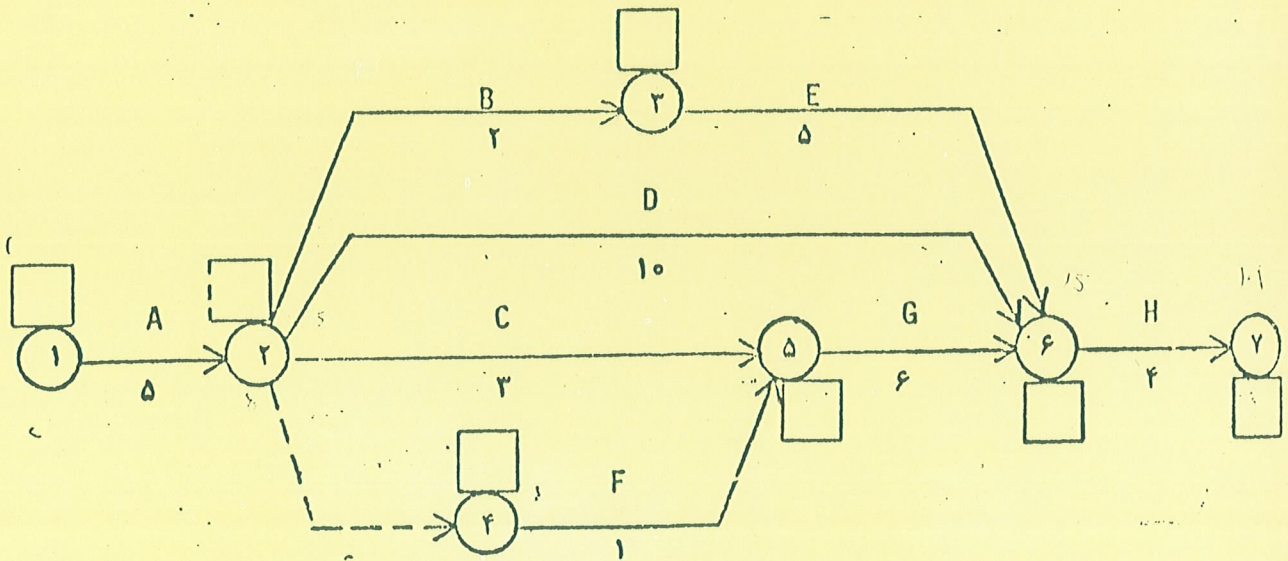
زمان وقوع واقعه بعدی را به دست آورید.

الف - واقعه فقط دارای یک ورودی است

$$E_j = E_i + (i-j)$$

ب - واقعه دارای چندین ورودی است.

$$E_j = (E_i + (i-j))$$



شکل ۲۰- شبکه پروژه "کاف" پس از

زمان گذاری از ابتدا به انتها

۷- روش زمان گذاری از "انتها به ابتدا"

در روش زمان گذاری از انتها به ابتدا (Backward Path) یا روش برگشت یا روبه عقب، علاوه بر

محاسبه زمان وقوع وقایع، دیرترین زمان خاتمه فعالیتها را نیز به دست می آوریم.

$$L_j = \text{Latest Finish Time: } L.F(i-j) = \text{دیرترین زمان خاتمه فعالیت}$$

الف - مانند دارای یک خروجی است .

$$Li = Lj - (i - j)$$

ب - مانند دارای چندین خروجی است .

$$Li = (Lj - (i - j))$$

۱- فعالیت بحرانی (Critical Activity)

فعالیت بحرانی ، فعالیتی است که آزادی عمل کلی (Total Float) یا فرجه کلی آن صفر باشد .

۲- مشخصات اجرایی فعالیت

• زودترین زمان شروع (Earliest Start Time) یا $E.S(i-j)$. برابر زودترین زمان وقوع واقعه i () میباشد .

• دیرترین زمان شروع (Latest Star Time) یا $L.S(i-j)$ فعالیت . برای محاسبه $L.S(i-j)$ ، مدت اجرای فعالیت را از دیرترین زمان وقوع واقعه j که همان دیرترین زمان خاتمه فعالیت است کم می کنیم .

$$L.S(i-j) = L.F(i-j) - DUR.(i-j)$$
$$L.S(i-j) = Lj - DUR.(i-j)$$

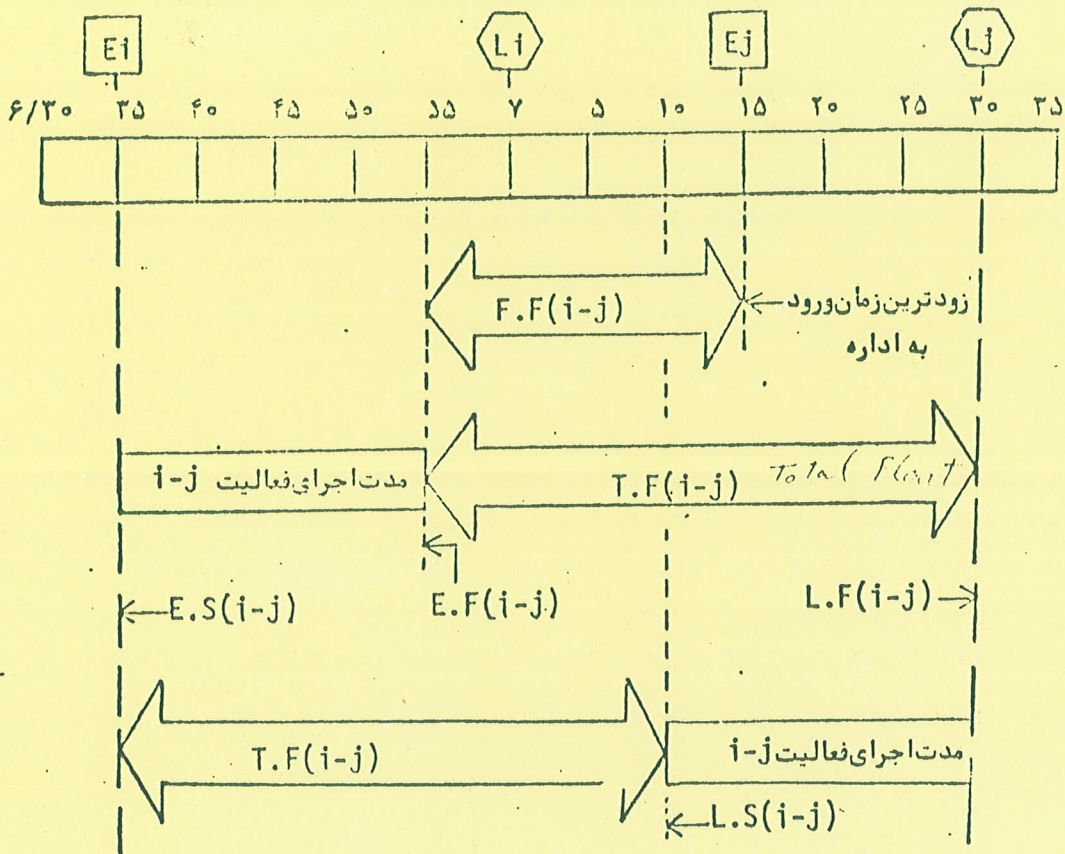
• زودترین زمان خاتمه فعالیت (Earliest Finish Time) یا $E.F(i-j)$ برابر حاصل جمع مدت اجرای فعالیت با زودترین زمان شروع آن میباشد .

$$E.F(i-j) = E.S(i-j) + DUR.(i-j)$$
$$E.F(i-j) = Ei + DUR.(i-j)$$

• دیرترین زمان خاتمه فعالیت (Latest Finish Time) یا $L.F(i-j)$ برابر حاصل جمع مدت اجرای فعالیت با دیرترین زمان شروع آن است .

$$L.F(i-j) = L.S(i-j) + DUR.(i-j)$$
$$L.F(i-j) = Lj$$

F.F, T.F •



شکل ۲۱- نمایش آزادی عمل آزاد و آزادی عمل کلی

۱-۱- آزادی عمل فردی (Free Float)

آزادی عمل فردی یک فعالیت، مشخص کننده مقدار مجال، فرصت و تاخیر "مستقلی" است که یک فعالیت می تواند داشته باشد، بدون اینکه در زودترین زمان شروع فعالیت بعدی تأثیری داشته باشد.

$$F.F(i-j) = E.S(i-j) - E.F(i-j)$$

$$F.F(i-j) = E_j - E.F(i-j)$$

۱-۲- آزادی عمل جمعی (Total Float)

آزادی عمل جمعی یک فعالیت، مشخص کننده مقدار مجال، فرصت و تاخیر "مجاز" و "مشروطی" است که یک فعالیت می تواند داشته باشد، بدون اینکه با صرف این فرجه تأثیری در خاتمه پروژه بگذارد.

$$T.F(i-j) = L.F(i-j) - E.F(i-j)$$

$$T.F(i-j) = L.S(i-j) - E.S(i-j)$$

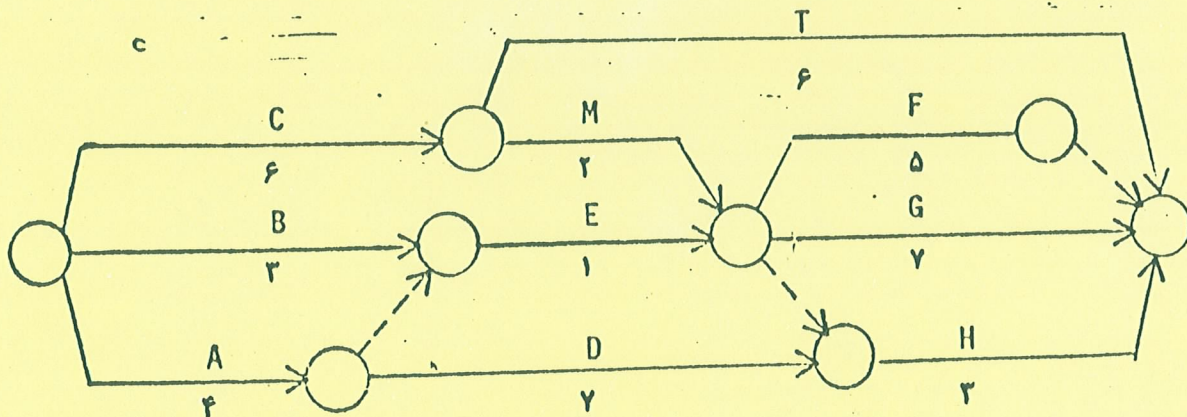
اگر آزادی عمل جمعی فعالیتی صفر باشد، آن فعالیت را "بحرانی" مینامیم.

شماره فعالیت		نام، شرح یا موضوع فعالیت	مدت اجرای فعالیت	زمان‌های شروع		زمان‌های خاتمه		آزادی عمل	
i	j			زودترین E.S	دیرترین L.S	زودترین E.F	دیرترین L.F	جمعیت T.F	فردی F.F
۱	۲	A	۵	۰	۵	۵	۰	بحرانی	۰
۲	۳	B	۲	۵	۸	۷	۱۰	۳	۰
۲	۵	C	۳	۵	۶	۸	۹	۱	۰
۲	۶	D	۱۰	۵	۵	۱۵	۱۵	۰	بحرانی
۲	۶	E	۵	۷	۱۰	۱۲	۱۵	۳	۲
۴	۵	F	۱	۵	۸	۶	۹	۳	۲
۵	۶	G	۶	۸	۹	۱۴	۱۵	۱	۱
۶	۷	H	۴	۱۵	۱۵	۱۹	۱۹	۰	بحرانی

شکل ۲۲- مشخصات اجرایی فعالیت‌های پروژه "کاف"

۱۱- مثال

۱- شبکه زیر را زمان گذاری نمائید. مسیرهای بحرانی را بر روی شبکه مشخص کنید. مشخصات اجرایی فعالیت‌ها را در یک جدول نشان دهید.



۲- شکذ زیر را زمان گذاری نمائید . مسیرهای بحرانی را بر روی شکذ مشخص کنید . مشخصات اجرایی

فعالیتها را در یک جدول نشان دهید و به سئوالات زیر ، بطور مستقل از یکدیگر ، پاسخ دهید :

۱- اگر فعالیت A ، ۲ ماه بیشتر طول بکشد ، چه تاثیری در مسیرهای بحرانی پروژه و خاتمه آن می گذارد .

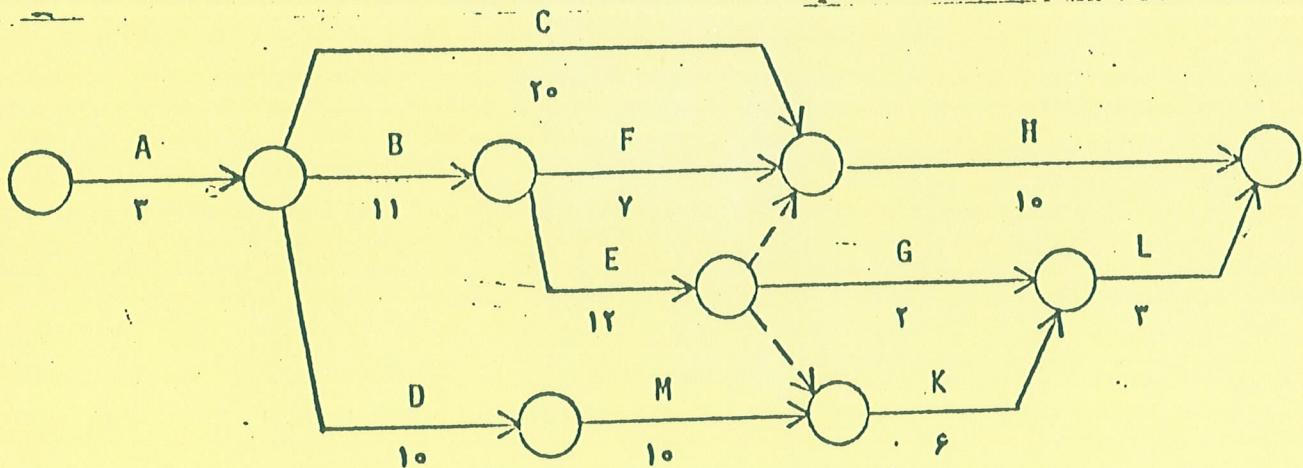
۲- اگر فعالیت D ، ۳ ماه دیرتر (نسبت به E.S خود) شروع شود ، چه تاثیری در مسیرهای بحرانی

پروژه و خاتمه آن می گذارد .

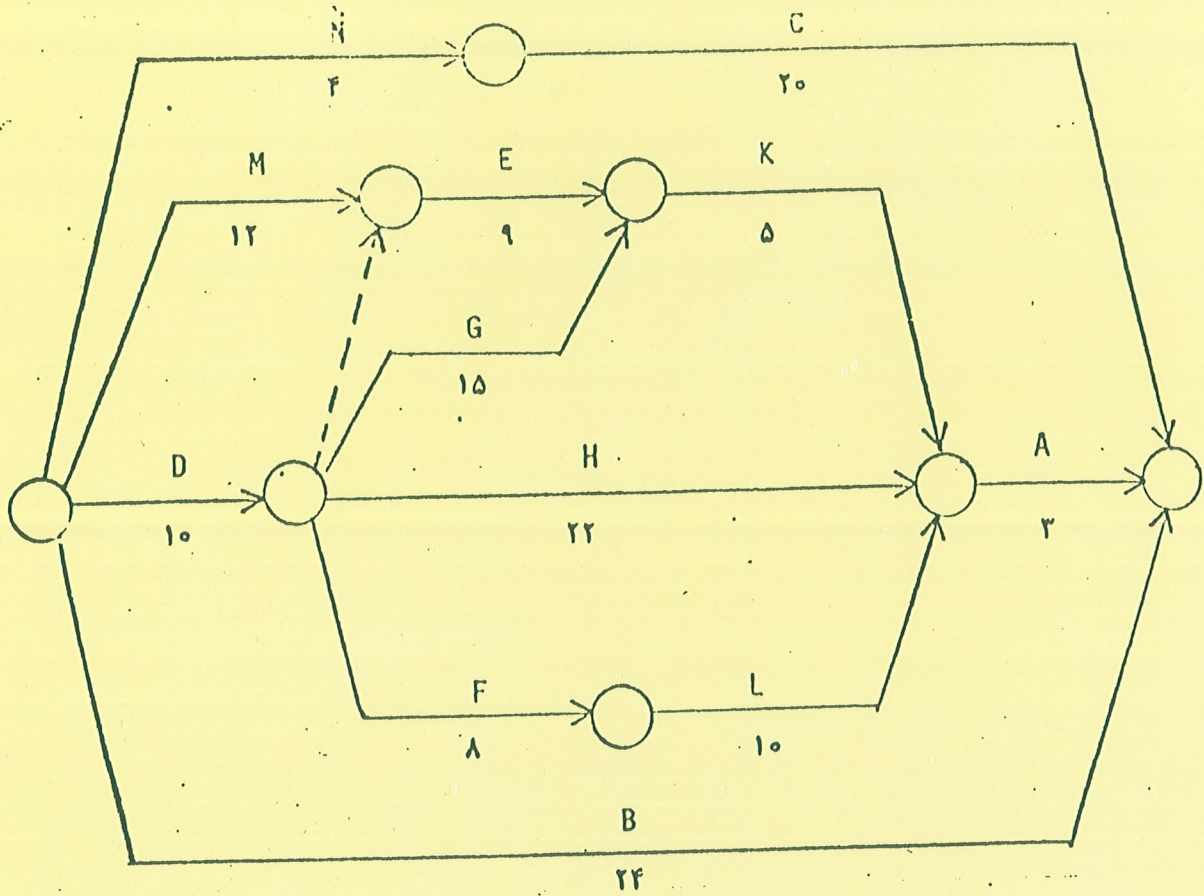
۳- اگر فعالیت D ، ۴ ماه دیرتر شروع شود ، چه تاثیری در مسیرهای بحرانی پروژه و خاتمه آن می گذارد .

۴- اگر فعالیت C ، ۴ ماه بیشتر طول بکشد (به جای ۲۰ ماه ۲۴ ماه اجرا شود) ، چه تاثیری بر

مسیرهای بحرانی پروژه و مدت اجرای آن دارد .



۳- مسیرهای بحرانی و مشخصات اجرایی فعالیت‌های پروژه زیر را تعیین و محاسبه کنید.



به هر یک از سئوالات زیر به طور مستقل از یکدیگر پاسخ دهید:

۱- فعالیت M ، ۳ ماه دیرتر شروع شود، چه تاثیری در خاتمه پروژه و مسیرهای بحرانی دارد.

۲- اگر فعالیت L ، ۲ ماه طولانی تر از مدت پیش بینی شده اجرا شود، چه تاثیری در خاتمه پروژه و مسیرهای بحرانی دارد.

۳- اگر فعالیت D ، ۲ ماه دیرتر شروع شود، چه تاثیری در خاتمه پروژه و مسیرهای بحرانی دارد.

۱- مقدمه

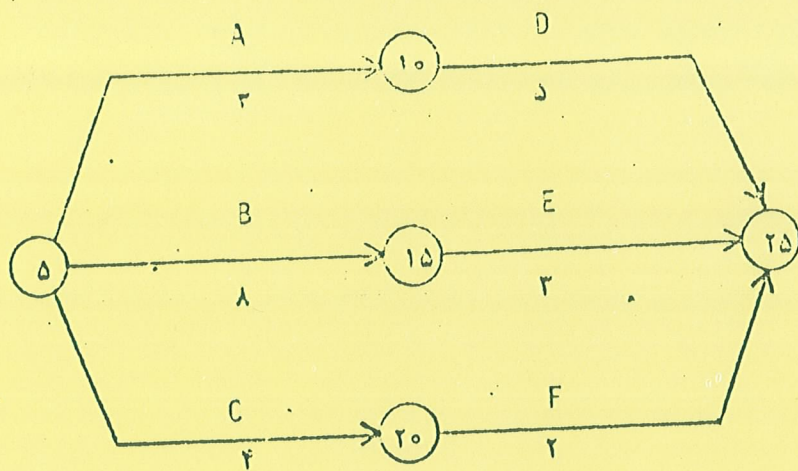
تاکنون، فرض مادرتخمین و برآورد مدت اجرای فعالیتها براین بوده است که منابع لازم، به هر مقدار و در هر موقعی که مورد نیاز باشند در اختیارمان قرار خواهد گرفت و نیز پروژه را در هر مدت زمانی که "لازم" باشد اجرا می‌کنیم. اما در عمل، ممکنست یا منابع محدودی در اختیار سازمان پروژه قرار دهند و یا مدت اجرای پروژه محدود و مشخص باشد.

در تخصیص، زمان گذاری یا برنامه ریزی منابع، نكات و مسائل متعددی وجود دارند که عدم توجه و عدم رعایت آنها موجب استفاده نامطلوب از منابع می‌شود. اهم این نکات عبارتند از:

- تامین اشتغال کامل کلیه افراد، ماشین آلات و تجهیزات در طول اجرای پروژه.
- تامین مقدار نقدینگی مورد نیاز در مراحل مختلف اجرای پروژه.
- ماندگاری افراد استخدام شده و در نتیجه استخدامهای مجدد برای رفع نیازهای دیگر.
- اتلاف وقت جهت پرداختن به استخدام وسایر امور اداری مربوطه.
- پرداخت، هزینه‌های بیشتر بابت استفاده از منابع (بدویزه نیروی انسانی) در فواصل زمانی کوتاه مدت.

۲- تخصیص و زمان گذاری منابع در حالتی که منابع پروژه محدود نیست.

اگر برای اجرای پروژه، هیچگونه محدودیتی در استفاده از منابع نداشته باشیم، در اینحال برای استفاده مطلوب از منابع بایستی سطح منابع را در طول اجرای پروژه، تا حدی که امکان دارد، به طور "نسبی" ثابت نگهداریم.



شکل ۲۳

نام فعالیت	مدت اجرا	زودترین زمان شروع	دیرترین زمان شروع	آزادی عمل کلی	کل نفر/ماه لازم برای اجرای فعالیت	نیروی انسانی مورد نیاز
A	۳	۰	۳	۳	۱۲	۴
B	۸	۰	۰	۰	۲۲	۴
C	۴	۰	۵	۵	۸	۲
D	۵	۳	۶	۳	۱۵	۳
E	۳	۸	۸	۰	۶	۲
F	۲	۴	۹	۵	۱۰	۵

شکل ۲۴

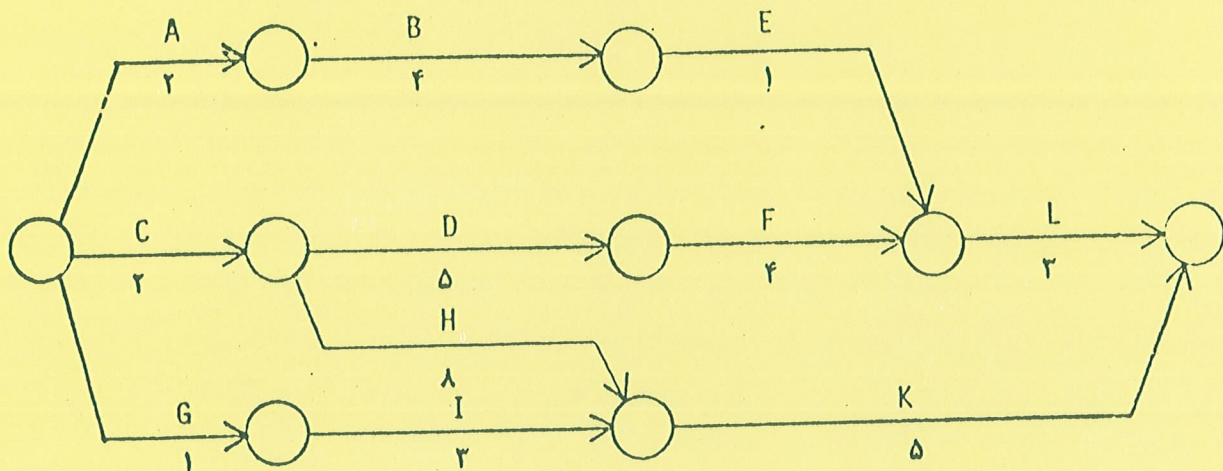
A										۱۲
B										۱۱
C										۱۰
D										۹
E										۸
F										۷
										۶
										۵
										۴
										۳
										۲
										۱
										۰

شکل ۲۵

برای همتراز کردن سطح منابع در طول اجرای پروژه، از روش زودترین زمان شروع استفاده می‌شود. در این روش، اسناد، فعالیتها را گروه بندی می‌نمایند. سپس E.S ، L.S و T.F فعالیتها را محاسبه می‌کنند. فعالیتهای بحرانی را اسناد انحصار می‌دهند. پس از آن، فعالیتهایی که E.S شان از همه بزرگتر است (با توجه به T.F فعالیتها) تخصیص می‌دهند. در صورت برخورد آمدن "اوج" (Peak) در نمودار منابع مورد استفاده، فعالیتها را طوری عقب و جلو می‌کند که نقطه اوج از بین برود.

۳- روش تخصیص و زمان گذاری در حالتی که منابع پروژه محدود است.

در غالب حالات، برای اجرای پروژه با محدودیت استفاده از منابع روبرو هستیم.



شکل ۲۶- شبکه پروژه "الف"

نام فعالیت	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L
مدت اجرای فعالیت	۱	۴	۲	۵	۱	۴	۱	۸	۳	۵	۳
زودترین زمان شروع	۱	۳	۱	۳	۷	۸	۱	۳	۲	۱۱	۱۲
دیرترین زمان شروع	۶	۸	۱	۴	۱۲	۹	۷	۳	۸	۱۱	۱۳
تعداد منابع مورد نیاز از منابع	(۸) X	۳	-	۶	-	۴	۳	۴	۵	۲	-
	(۶) Y	-	۲	-	۲	-	-	۴	-	-	۵

برای تخصیص منابع از روش زیر استفاده می‌کنیم. این روش دارای ۶ گام بدترین زیر می‌باشد:

گام اول - زودترین و دیرترین زمان شروع فعالیتها را محاسبه می‌کند. متوسطی زمانی (T) برای اجرای پروژه تهیه و ابتدا، T را برابر اولین واحد زمانی پروژه قرار می‌دهند (T=1).

گام دوم - فعالیتهایی را که "کلیه" فعالیتهای مقدم آنها زمان گذاری و تخصیص یافته مشخص می‌کنند. این فعالیتها را، فعالیتهای قابل قبول برای زمان گذاری (Eligible Activity set) می‌نامند.

گام سوم - از مجموعه فعالیتهای E.A.S، آن فعالیتهایی را که زودترین زمان شروع شان با T مساوی و یا از آن کوچکتر باشد، مجزا کرده و آنها را بر حسب کوچکتر بودن L.S شان مرتب می‌کنیم. این فعالیتها را فعالیتهای مرتب شده آماده برای زمان گذاری (Ordered Scheduling Set) می‌نامند.

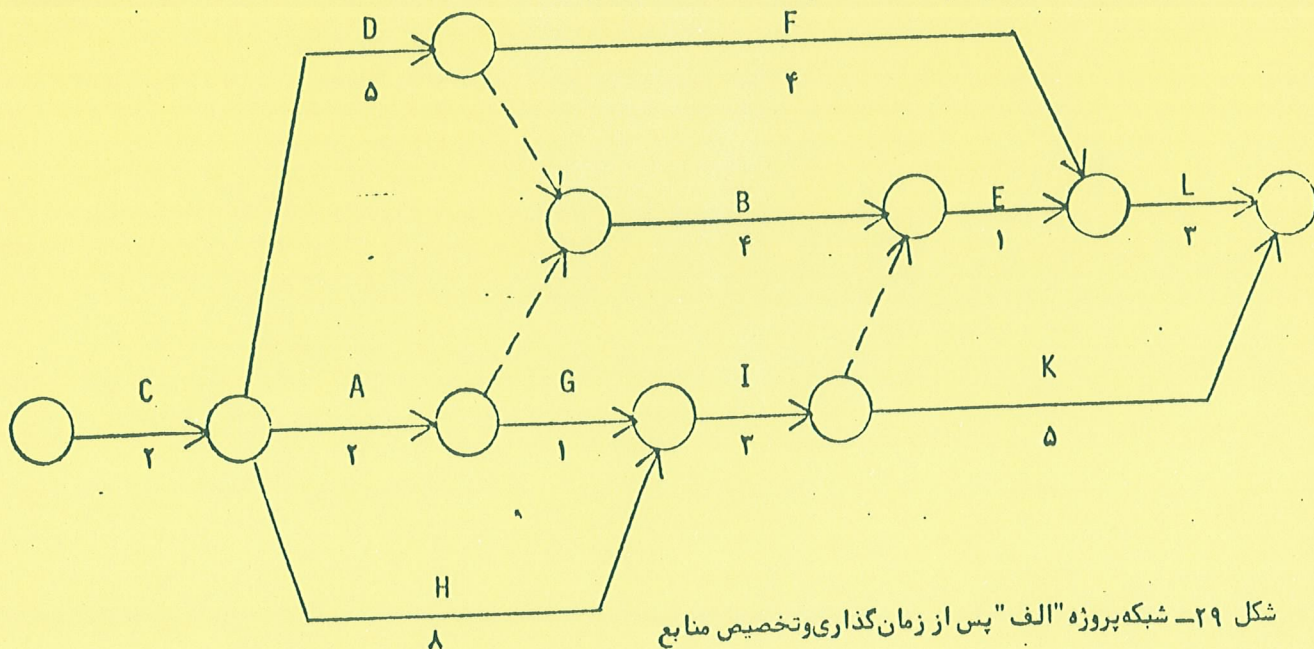
گام چهارم - اکنون فعالیتهای مجموعه O.S.S را به ترتیب و با توجه به موجودی منابع زمان گذاری نمائید. پس از زمان گذاری یا تخصیص هر فعالیت، سطوح منابع را به هنگام کنید. پس از خاتمه کار تخصیص منابع، یک واحد زمانی به T اضافه کنید. فعالیتهای تخصیص یافته را از E.A.S حذف و فعالیتهای واجد شرایط را به آن اضافه کنید.

گام پنجم - در صورتی که تمام فعالیتهای مجموعه E.A.S زمان گذاری شده باشد، کار برنامه - ریزی و تخصیص منابع خاتمه می‌یابد. در غیر این صورت گام ششم را آغاز کنید.

گام ششم - زودترین زمان شروع فعالیتهایی را که قبلاً در E.A.S بوده‌اند بررسی نمائید. اگر E.S این فعالیتها از T کمتر باشد، T را بعنوان E.S جدید آنها را در نظر بگیرید. زودترین زمان شروع سایر فعالیتها را محاسبه کنید.

T	فعالیت‌های محبوس E.A.S		فعالیت‌های مجسوعه O.S.S سرب شده از چپ به راست	زمان‌گذاری نمودار
	نام فعالیت	دیرترین زمان شروع فعالیتها		
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				
۶				
۷				
۸				
۹				
۱۰				
۱۱				
۱۲				
۱۳				
۱۴				
۱۵				
۱۶				

شکل ۲۸ فرم عملیاتی زمان‌گذاری منابع



شکل ۲۹- شبکه پروژه "الف" پس از زمان‌گذاری و تخصیص منابع

سیریت پروژه، ممکنست بنا بر دلایل مختلفی از جمله:

- فشارهای اجتماعی - اقتصادی برای خاتمه یافتن هرچه سریع‌تر پروژه.
- تغییر اولویتهای اقتصادی - اجتماعی پروژه و یا تغییر برنامه‌ها.
- تاخیر و عقب افتادگی پروژه.

خواستار کاهش مدت اجرای پروژه شود. در چنین مواردی، روشهای گوناگونی برای کوتاه‌تر کردن یا کاهش مدت اجرای پروژه وجود دارد. افزایش منابع فعالیتهای بحرانی و اجرای سریع آنها، یکی از روشهای کاهش مدت اجرای پروژه است.

۴-۱- مدت اجرای عادی فعالیت

مدت زمانی را که یک فعالیت (با توجه به شرایط عادی و طبیعی و معمولی اجرای آن) طول می‌کشد، مدت اجرای عادی فعالیت می‌گویند.

۴-۲- مدت اجرای فشرده یا ضربتی فعالیت

کمترین زمان ممکن برای اجرای فعالیت را، مدت اجرای فشرده یا ضربتی فعالیت می‌گویند.

۴-۳- هزینه عادی

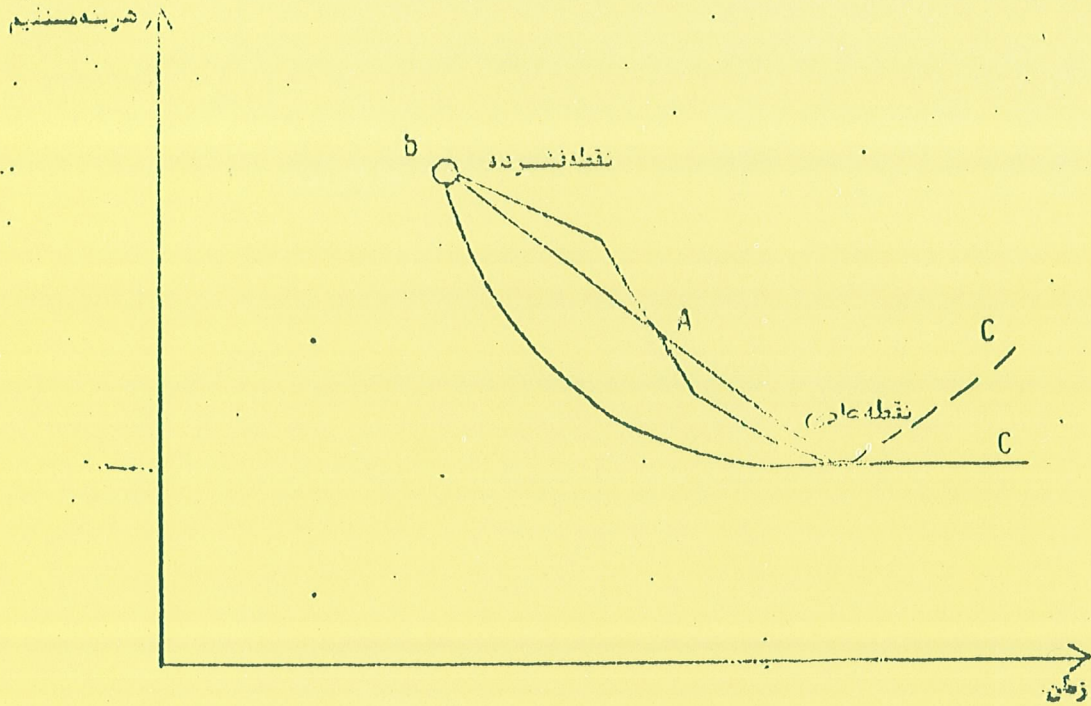
هزینه مقدار یا سطوح متعارف منابعی را که فعالیت در مدت اجرای عادی خود مصرف می‌کند، هزینه عادی (مستقیم) فعالیت می‌گویند.

۴-۴- هزینه فشرده

هزینه مقدار یا سطوح مختلف منابعی را که فعالیت در مدت اجرای فشرده یا ضربتی خود استفاده می‌کند، هزینه ضربتی یا فشرده فعالیت می‌گویند.

۴-۵- هزینه مستقیم

هزینه مستقیم، شامل کلیه هزینه‌های مربوط به نیروی انسانی مستقیم، مواد اولیه، ماشین‌آلات و بطور کلی تمامی هزینه‌هایی است که برای انجام یک فعالیت پرداخت می‌شود.



۳- منحنی رابطه زمان- هزینه یک فعالیت

۴-۶ هزینه غیرمستقیم پروژه

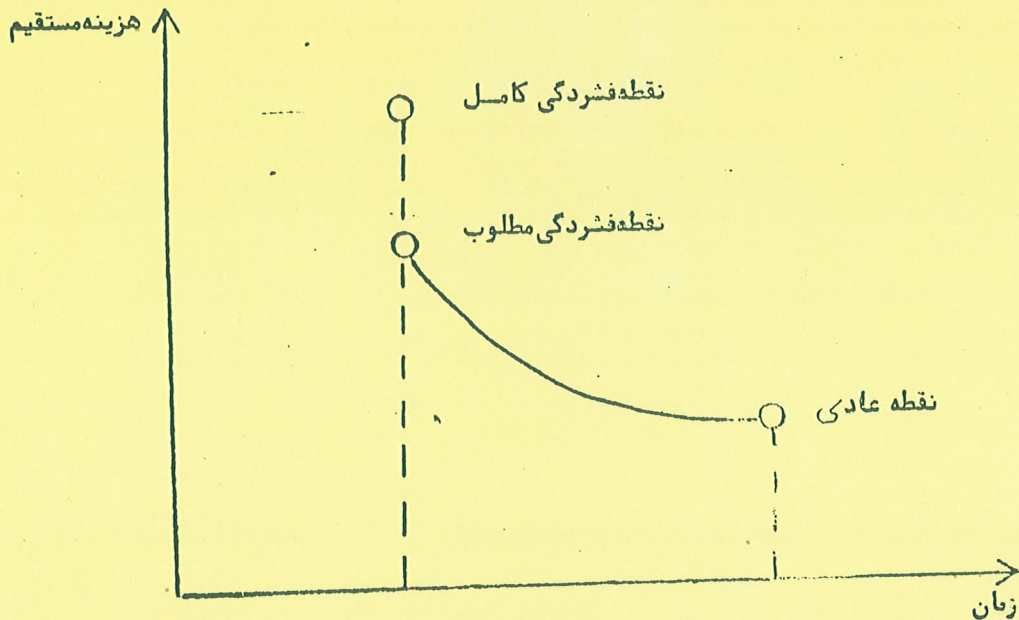
تمامی هزینه‌هایی را که مستقیماً به اجرای یک فعالیت مربوط نمی‌شوند، جزء هزینه‌های غیرمستقیم پروژه محسوب می‌شود.

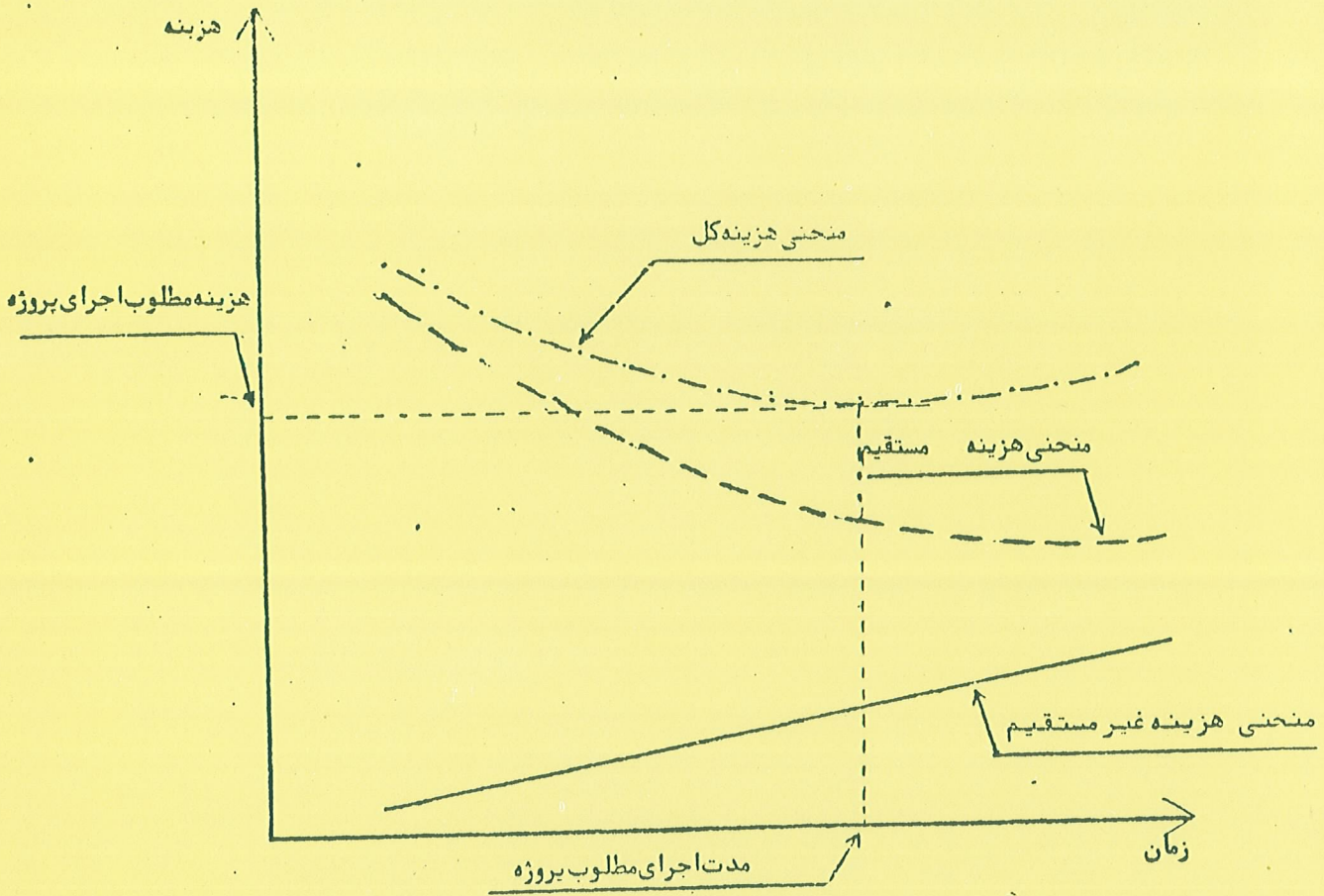
۴-۷ هزینه مستقیم اجرای پروژه

مجموعه هزینه‌های مستقیم فعالیت‌های یک پروژه را، هزینه مستقیم پروژه می‌گویند.

۴-۸ هزینه کل پروژه

مجموع هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم پروژه را، هزینه کل پروژه می‌گویند.





شکل ۳۲ - منحنی هزینه‌های مستقیم، غیرمستقیم و کل پروژه

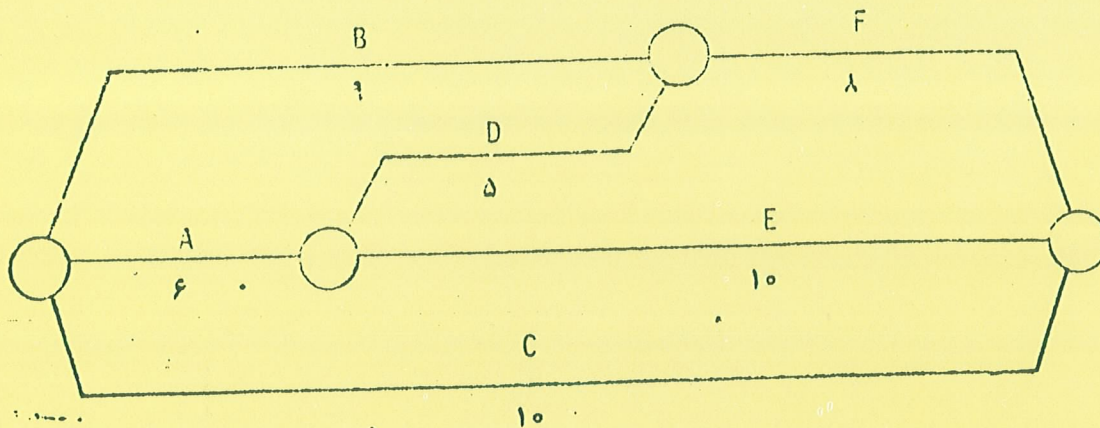
۹-۴- شیب هزینه

متوسط هزینه تسریع یا فشردگی یا کوتاه کردن یک واحد زمانی از فعالیت را، هزینه فشردگی یا تسریع یا شیب هزینه، فعالیت می‌گویند.

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

۵- چگونه پروژه را با حداقل هزینه زمان‌گذاری کنیم

در مسیرهای بحرانی، فعالیت‌هایی را که شیب هزینه‌شان از همه کمتر است فشرده می‌کنیم.



نام فعالیت	مدت اجرا (ماه)		هزینه مستقیم (۱۰,۰۰۰ ریال)		شیب هزینه
	عادی	فشرده	عادی	فشرده	
A	۶	۵	۱۰۰	۱۶۰	
B	۹	۵	۲۰۰	۲۶۰	
C	۱۰	۶	۴۰۰	۵۰۰	
D	۵	۳	۶۰	۱۲۰	
E	۱۰	۵	۳۰۰	۶۵۰	
F	۸	۶	۲۴۰	۳۶۰	

شکل ۳۳

هزینه غیرمستقیم اجرای پروژه برای ۱۹ ماه معادل ۷۵۰ است. به ازای کاهش هر یک ماه از مدت اجرای پروژه، ۷۰ واحد از هزینه غیرمستقیم کاهش می یابد. هزینه غیرمستقیم در کمتر از ۱۶ ماه، کاهش نمی یابد.

ملاحظات	شیب هزینه	تفاضل مدت زمان عنادی و ضربتی	نام فعالیت	مسیرهای پروژه			
هزینه‌های پروژه (۱۰,۰۰۰ ریال)			شرح عملیات در هر مرحله	شماره مراحل			
کل	غیر مستقیم	مستقیم					

شکل ۳۲ - فرم عملیاتی زمان‌گذاری با حداقل هزینه.

۱- اهداف نظارت

نظارت (کنترل) جریان و پروسه، سنم و منظمی است که مدار از حاشیه تعارضات، بر طبق برنامه زمانی و نیز اتخاذ واکنشهای مقتضی در برخورد با تاء خیرها و...، و تامین کامل و سینه اهداف پروژه مطمئن میسازد.

هزینه، برنامه زمانی و نتایج حاصله از اجرای پروژه در هر زمانی (Performance) را می توان سینه طور جداگانه و مجزا و به هر طریقی ارزیابی (Evaluation) نمود. اما، روابط پیچیده، متقابلی مابین این سه مقوله وجود دارد. در جریان نظارت، به ارزیابی کلی و همه جانبه و همزمان پروژه، در این سه زمینه، نیاز داریم.

مسائل و مشکلات اجرایی و فنی موجب تاخیر و عقب افتادن پروژه از برنامه زمانی و افزایش هزینه ها می شوند. افزایش هزینه ها، ممکنست، در کیفیت نتایج و اهداف و حتی موضوع پروژه و مقوله هایی از این قبیل تاثیر معکوس (کاهش) بگذارد. اقدامات تصحیح کننده در یک زمینه، ممکنست، موجب پیدایش مسائل و مشکلات پیش بینی نشده ای در سایر زمینه ها بشود.

اهداف ارزیابی و نظارت همه جانبه، پروژه به شرح زیر است:

- تامین و یافتن هر چه دقیقتر چگونه روابط مابین هزینه، برنامه زمانی و عملکرد فنی در تمامی مدت اجرای پروژه.

- تبیین و شناخت مسائل و مشکلات، تا حد امکان، قبل از وقوع آنها بطوریکه یا از وقوع آنها جلوگیری و یا اثرات تخریبی آنها را به حداقل برسانیم.

- تبیین و شناخت سریع و به موقع فرصتها و موقعیتهایی که جهت تسریع برنامه زمانی، کاهش هزینه یا پیشرفت و بهبود عملکرد فنی، مورد استفاده قرار می گیرند.

۲- فواصل زمانی ارزیابی و کنترل پروژه

عوامل مختلفی در تعیین فاصله زمانی ارزیابی و نظارت پروژه دخالت دارند که اهم آنها عبارتند از:

۱- مدت اجرای پروژه. هر چه مدت اجرای پروژه کوتاه تر باشد، فاصله زمانی مابین دو نظارت بایستی کمتر باشد. هر چه به انتهای پروژه نزدیک تر شویم، می توانیم فواصل زمانی کنترل را کوتاه تر کنیم.

۲- بروز مسائل پیش بینی نشده - در صورت روبروی با مسائل پیش بینی نشده‌ای که تا آن فوق العاده‌ای
بر زمان و هزینه دارند ، کنترل شدید و کوتاه‌تری لازم به نظر می‌رسد .

۳- موضوع و ماهیت پروژه

با استفاده از روشیای مشابه سازی (Simulation) می‌توان مطلوب‌ترین حالت را ، از نقطه نظر
هزینه کنترل ، برای نظارت پروژه محاسبه و تعیین نمود .

۳- شیوه‌های دریافت اطلاع از وضعیت جاری پروژه

۱- بازدید

۲- گزارشات شفاهی (تلفنی و حضوری)

۳- گزارشات کتبی

۴- جلسات بررسی و هماهنگی

۵- اطاق کنترل پروژه

۶- تابلوهای مغناطیسی

۷- لیست‌های کامپیوتری

۴- به‌نگام کردن (Up-to dating)

به ندرت اتفاق می‌افتد که پروژه‌ای ، دقیقاً " ، مطابق برنامه زمانی پیش بینی شده ، اجرا و خاتمه‌یابد .
شبکه ، حتی اگر بر اساس بهترین ارزیابی‌ها و سنجش از ماهیت کار تهیه شده باشد ، " بازهم " یک "پیش بینی"
است . مفروضاتی که در مرحله برنامه‌ریزی در نظر گرفته شده‌اند ، به علت دقیق نبودن و یا بروز مسائل و مشکلات ، با
اجرا و پیشرفت پروژه تغییر می‌یابند و یا تعدیل می‌توند . فعالیتها ، ممکنست ، جلوتر و یا عقب تر از برنامه
زمانی شروع و خاتمه یابند . فعالیتهای جدیدی ممکنست ، ضروری شناخته شده و به شبکه اضافه و برخی
غیر ضروری و از آن حذف گردند . مسائل و مشکلاتی که بسیار خطیر و جدی و مهم تصور می‌شدند ، در عمل
ممکنست بسیار جزئی و کم اهمیت بشوند . مدیریت پروژه ، نیز ، همواره در جستجوی فرصتها و راههای میان
بری جهت تداخل و همزمان نمودن فعالیتها می‌باشد که در تغییر برنامه زمانی پروژه موثر است .

به هر حال ، "کار" مقید به "شبکه" نیست . جریان تصحیح ، تغییر و اصلاح شبکه را "به‌نگام کردن"
شبکه می‌گویند .

برای بهنگام کردن شبکه ، شبکه را مجدداً " ، یا استثنائاتی ، زمان گذاری می کنیم .

۱- زودترین زمان وقوع اولین رانده را ، "زمان کنوسی" می گذاریم .

۲- مدت اجرای فعالیت‌های خاتمه یافته را "منفر" می گذاریم .

۳- بقیه مدت اجرای فعالیت‌های در حال اجرا را بعنوان مدت اجرای آسناد در نظر می گیریم .

۴- مدت اجرای بقیه فعالیت‌ها برابر آخرین برآورد مدت اجرای آنها خواهد بود .

تعداد دفعات بهنگام کردن شبکه به میزان تغییرات در پروژه و هزینه جمع‌آوری و تهیه اطلاعات بستگی دارد . شبکه را در مواقعی باید بهنگام کنیم که یا تغییرات مهمی به وجود آمده باشد که بر تاریخ خاتمه پروژه تاثیر می گذارد . و موجب تغییر و تحول مسیرهای بحرانی می شود و یا در هنگامی که اثر تغییرات را بر برنامه زمانی (شبکه) به طور سریع نمی توان ارزیابی و تعیین نمود . تصحیح و بهنگام نمودن شبکه ، به دفعات زیاد ، موجب اتلاف وقت و سردرگمی خواهد شد .

۵- کنترل هزینه

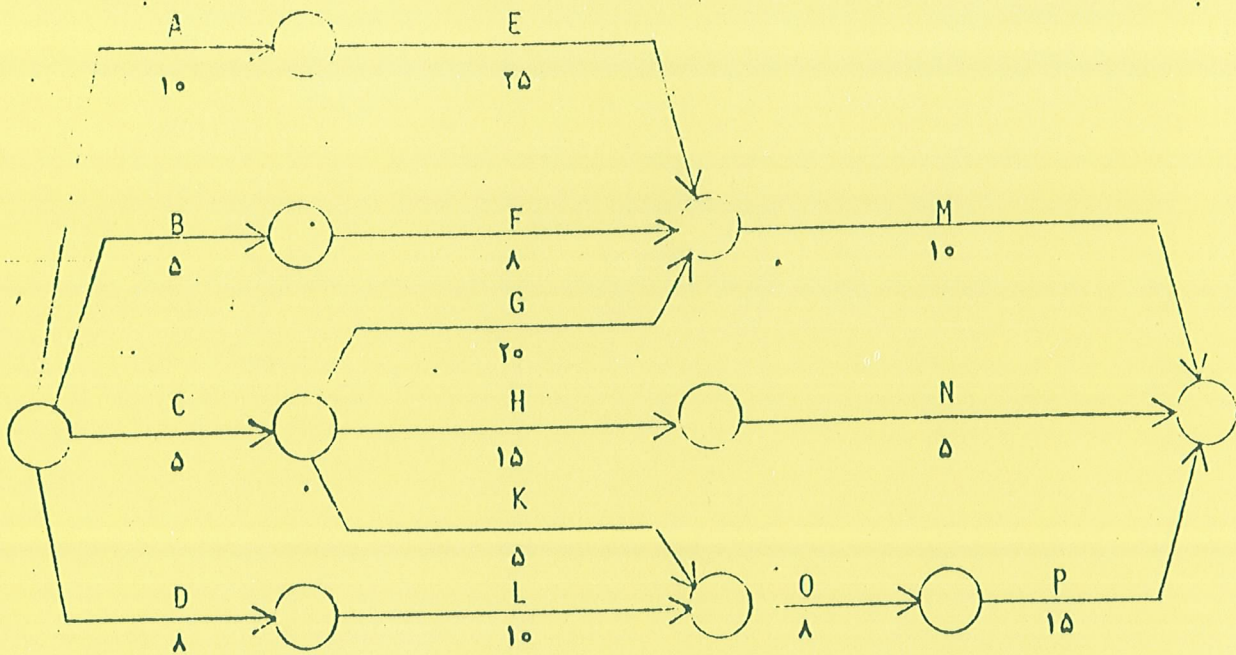
کنترل هزینه ، از مباحث حائز اهمیت در سیستم برنامه ریزی و کنترل پروژه می باشد . هزینه مواد اولیه و کار مصرف شده برای اجرای هر فعالیت و پروژه را ، به سهولت ، میتوان از صورت حساب‌های هزینه تعیین و محاسبه نمود اما تعیین دقیق اینکه آیا مقدار ریالی درصد پیشرفت انجام شده ، نسبت به بودجه پیش بینی شده ، تطابق و تناسبی با هزینه‌های پرداخت شده تا این تاریخ دارد ، کار سخت و دشواری است و در برخی موارد تا خاتمه کار ، امکان این بررسی وجود ندارد .

۶- پی گیری (Follow-Up)

نظارت بدون پی گیری ، در مدت کوتاهی ، تمامی سیستم برنامه ریزی و کنترل را مضمحل و بی ارزش خواهد کرد . پی گیری به معنای :

• شناخت علل تاخیرات و مشکلات ، پیشنهاد راه حل (هایی) و اجرای آنها تا رفع مشکلات ،
• تامین منابع لازم برای جبران تاخیرها و عقب افتادگی‌ها ، از طریق اضافه کاری و یا انتقال و افزایش منابع اجرایی ،

• اصلاح ، تعویق مشخصات اجرایی فعالیت‌ها ، تاریخ خاتمه پروژه و حتی انحلال پروژه ،
• تغییر استانداردهای زمانی ، هزینه و کیفیت ،
• بررسی کیفیت مدیریت پروژه و کارآیی سیستم‌های برنامه ریزی و کنترل پروژه و اتخاذ تصمیمات مقتضی در مورد آنها ، می باشد .



نام فعالیت	تخمین پیش بینی هزینه مستقیم (۱۰۰۰۰ ریال)
A	۱۰۰۵۰۰
B	۳۰۰۰۰۰
C	۱۵۰۰۰۰
D	۲۰۰۰۰۰
E	۳۵۰۰۰۰
F	۱۰۰۰۰۰
G	۶۰۰۰۰
H	۴۰۰۰۰
K	۱۰۰۰۰۰
L	۴۵۰۰۰۰
M	۱۰۰۰۰۰
N	۱۰۰۰۰۰
O	۵۰۰۰۰
P	۱۵۰۰۰۰

نام فعالیت	تخمین پیش بینی هزینه مستقیم (۱۰۰۰۰ ریال)
A	۱۰۰۵۰۰
B	۳۰۰۰۰۰
C	۱۵۰۰۰۰
D	۲۰۰۰۰۰
E	۳۵۰۰۰۰
F	۱۰۰۰۰۰
G	۶۰۰۰۰
H	۴۰۰۰۰
K	۱۰۰۰۰۰
L	۴۵۰۰۰۰
M	۱۰۰۰۰۰
N	۱۰۰۰۰۰
O	۵۰۰۰۰
P	۱۵۰۰۰۰

پس از گذشت ۱۷ هفته از اجرای پروژه بالا، نتایج زیر بدست آمده است:

۱- فعالیت‌های A، B، C، D، K، F، به ترتیب در پایان هفته ۱۰، ۱۳، ۵، ۱۴، ۸، ۱۷ و با

هزینه‌های به ترتیب، ۱۸،۰۰۰، ۱۲،۰۰۰، ۲۵،۰۰۰، ۱۱،۰۰۰، ۱۲،۰۰۰، ۱۳،۰۰۰ خاتمه یافته‌اند.

برنامہ ریزی طرح و اجرا

Planning & Scheduling

موضوع	صفحه
۱ - مقدمه	۲
اصول برنامه ریزی	۳
۲ - روش بارگراف	۴
برنامه بارگراف	۴
پیشرفت تجمعی	۷
منحنی پیشرفت نرمال	۱۰
۳ - روش مسیر بحرانی	۱۰
نارسانی برنامه بارگراف	۱۰
نمودار شبکه‌های	۱۲
محاسبه زمان واقعه	۱۳
مسیر بحرانی	۱۷
زمانهای فعالیت	۱۹
نمودارهای "فعالیت باگره"	۲۱
۴ - برنامه ریزی و تخصیص منابع با استفاده از	
برنامه زودترین شروع	۲۵
برنامه دیرترین شروع و سایر برنامه‌ها	۲۷
تخصیص منابع	۲۹
۵ - ملاحظات عملی در کاربرد شبکه	۳۲
هنگامیکه از روشهای شبکه استفاده میکنیم	۳۲
تهیه شبکه	۳۳
روشهای دستی یا کامپیوتری	۳۳
روشهای شبکه‌ای پیشرفته	۳۴
تمرینات	۳۵

برنامه‌ریزی طرح و اجرا (Planning and Scheduling)

همانگونه که میدانید، برخی از برنامه‌ریزی‌ها میبایست برای حداقل کردن زمان تلف شده و تلاش، بمنظور اجرای هرهدفی صورت پذیرد. این مساله در مورد اهدافی از قبیل ساخت یک بنای چندین میلیون دلاری و یا انجام کاری در زمان مشخص صدق میکند. برنامه‌چیزی بیش از طرح زمانبندی شده نیست. برنامه بعنوان راهنمای اجرای یک عمل (Operation) جهت کنترل موزون فعالیتها و اتمام بموقع آن در زمان مطلوب بکار گرفته میشود.

برنامه‌ریزی برای مراحل مختلف فرایند ساخت (Construction Process)، از یک طرح اولیه گرفته تا تسهیلات ساخت و از آنجا تا عملیات و نگهداری مورد استفاده واقع میشود. در مرحله ساخت، برنامه‌ها بمنظورهای متعددی قبل از شروع پروژه و پس از آن به همان اندازه که در طی پروژه نقش هدایت‌کننده دارد قابل استفاده می باشد.

بخشی از موارد استفاده اصلی برنامه‌در طی مراحل ساخت بشرح زیر میبایست:

قبل از شروع

۱ - برآورد زمان لازم برای یک جزء از پروژه و بالطبع کل پروژه را تهیه میکند.

۲ - نرخ پیشرفت را مشخص می نماید.

۳ - برای مدیران جهت ابلاغ دستورات به مهندسین شکل بندی اساسی میکند.

۴ - یک ترتیب طرح شده برای بکارگیری نیروی انسانی، مواد، ماشین آلات و پول فراهم میآورد.

- ۱ - مدیر را قادر به تهیه لیست کنترلی (Check List) از زمانهای کلیدی، فعالیتها، منابع و غیره می نماید.
- ۲ - وسایلی برای ارزیابی تاثیر تغییرات و تاخیرات فراهم میآورد.
- ۳ - بمثابه مبنای کار ارزیابی پیشرفت بکار گرفته میشود.
- ۴ - به هماهنگی و متناسب کردن منابع کمک می نماید.

بعد از اتمام ساخت

- ۱ - بمثابه یک کار واقعی انجام شده امکان بازنگری مجدد و تحلیل پروژه را فراهم میآورد.
- ۲ - داده های مربوط به زمان اجرا را جهت توسعه برنامه ریزی و برآورد کردن در آینده تهیه می نماید.

اصول برنامه ریزی (Scheduling Principles)

اشکال مختلفی از برنامه ها از قبیل نوشته (Written) ، بارگراف (Bar Graph) ، شبکه (Network) و غیره وجود دارد که در امر برنامه ریزی می تواند مورد استفاده قرار گیرد .
در این فصل ما تنها به تشریح روش های برنامه ریزی بارگرافی و شبکه های خواهیم پرداخت . بدون توجه به اینکه چه روشی بکار گرفته میشود اصول برنامه ریزی کلی زیر را می بایستی مد نظر قرار داد .

- ۱ - یک ترتیب منطقی از عملیات را مشخص نمائید .
- ۲ - بکارگیری منابع نباید از حد قابل دسترسی تجاوز نماید .
- ۳ - پیوستگی و ارتباط عملیات را تهیه نمائید .

۴ - درابتداء فعاليتهاى كنترل كننده پروژه (فعاليتهاى بحرانى)

را مشخص نماييد .

بايد توجه داشت كه صحت (Validity) و دقت (Accuracy) در برنامهريزى بستگى به سودمندی (Productivity) برآوردها و دقت مقادير انجام شده دارد . دقت در برآوردها و زمانى يك عمل ساخت تا بى از نوع كار و تجربيات گذشته آن ميباشد . براى مثال ، مى توان انتظار داشت كه دقت برآورد زمان لازم جهت تاسيس خط فاضلاب دريك ساختمان مسكونى بيشتر از دقت برآوردها و زمان براى تاسيس يك خط خنك كننده دريك نيروگاه هسته‌اى است .

علاوه بر صحت در برآوردها و زمانى ، يك طراح ميبايست درك عميق نسبت به طبيعت كاربراى شكلبندى و ارتباط بين فعاليتهاى مختلف اجزاي تكميل كننده پروژه داشته باشد . يكي از نقائص اساسى برنامهرگرافى كه در قسمت زير بشرح آن خواهيم پرداخت ، اين حقيقت است كه بارگراف ارتباط بين اجزاي كارى را نادرده مى گيرد . يعنى كداميك از فعاليتهاى بايست شروع يا خاتمه يابد قبل از اينكه ديگر فعاليتها بتواند شروع يا خاتمه يافته باشد ؟

۲ روش بارگراف (BAR GRAPH METHOD)

برنامه بارگراف (The Bar Graph Schedule)

بارچارت (Bar Chart) يا بارگراف (Bar Graph) برنامه ترسيمى از پيشرفت اجزاي كارى مربوط به يك برنامه زمانى است . ريشه و رديف آن برمىگردد به چارتى كه توسط هنرى گانت (Henry L. Gantt) بسط داده شد ، وى پيشتر از كاربر در روشهاى مديريت علمى در توليدات صنعتى است . اتخاذ فرمهاى گوناگون متفاوتى ، متناسب با نوع كاربردشان از جمله وظائف چارتهاي گانت مى باشد . بهمين دليل ، تمام فرمهاى

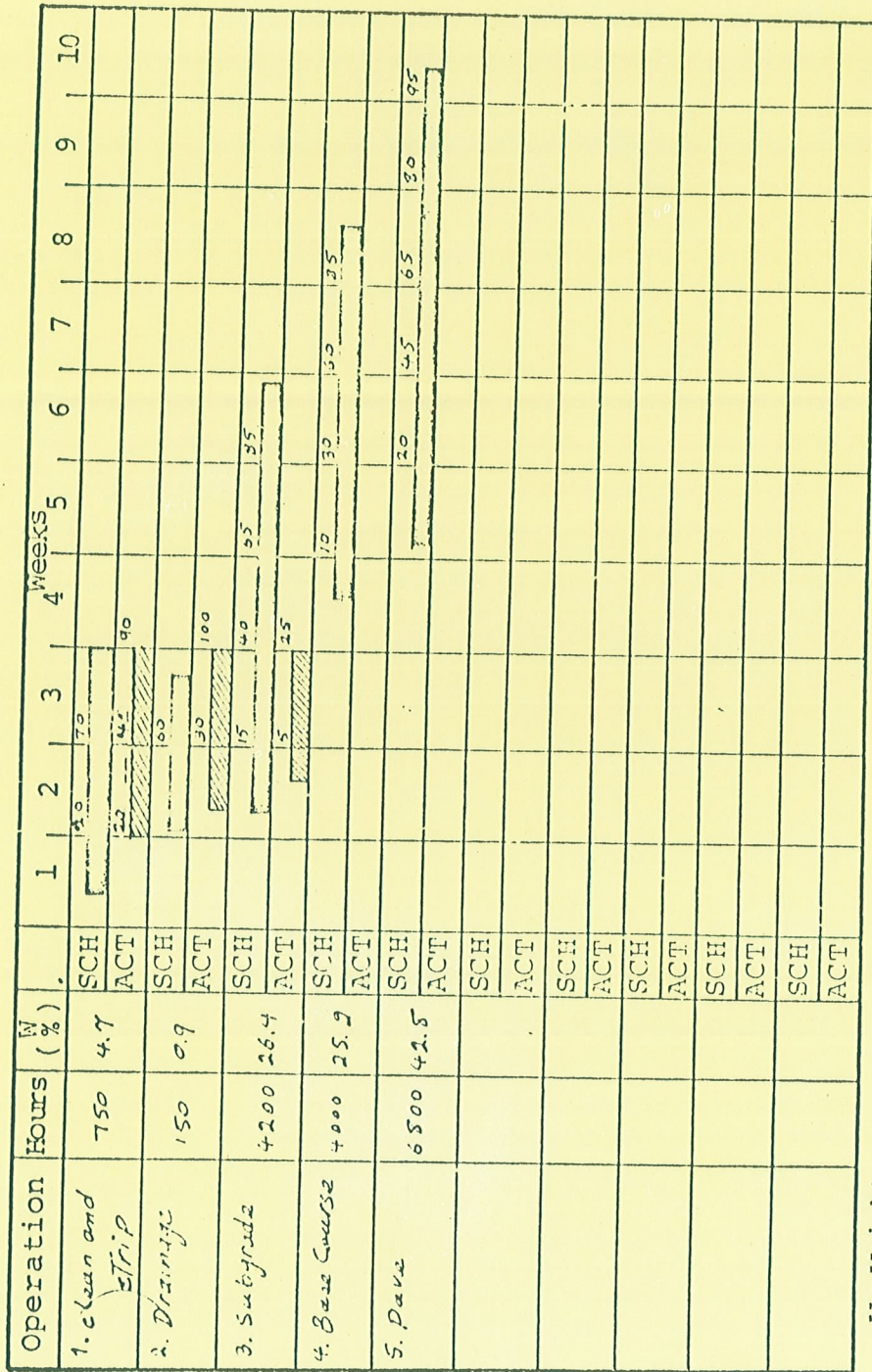
برنامه‌های بارگراف اغلب به چارتهای گانت مشهورند. علیرغم پیدایش روشهای طراحی شبکه‌ای، برنامه‌بارگرافی هنوز بطورگسترده بعنوان برنامه‌شناخته شده در کارهای ساختمانی مورد استفاده است. در مقابل عدم کارآیی قابل توجهی که در قسمت بعد به آن خواهیم پرداخت، تاکنون شهرتش را بواسطه شکل ترسیمی و درک آسان حفظ کرده است. برنامه‌بارگرافی ساده‌ای برای یک پروژه ساختمانی در شکل ۱ نشان داده شده است. اجزای اصلی کاریا فعالیتها، که تکمیل کننده پروژه هستند در سمت چپ و گسترش شاخص زمان در بالای برنامه نوشته شده است. ستون ساعات (Hours) ، برآوردی از تعداد کارگر-ساعت (Labor - Hours) مورد نیاز هر یک از فعالیتهاست. ستون وزن (Weight) ، سهمی از کل کوشش پروژه (Total Project Effort) که برای هر یک از فعالیتها محاسبه شده است را مشخص می نماید. برای مثال "تمیزکاری" (Clearing & Stripping) نیاز به ۷۵۰ کارگر-ساعت دارد که ۴/۷٪ از ۱۹،۵۰۰ کارگر-ساعت مورد نیاز برای کل پروژه نشان میدهد. اگرچه غالباً ستون وزن در برنامه بارگراف نیست، اما بودنش هنگام محاسبه پیشرفت تجمعی پروژه است که بسیار مفید میباشد. وزن دادن به فعالیتها برهه‌ها را ساس خواسته شده‌ای می تواند صورت پذیرد. بهر حال ارزش ریالی یا کارگر-ساعت، غالباً "جهت مبنای وزنی" مورد استفاده قرار میگیرد. ملاحظه میکنید که در مقابل هر فعالیت دو بلوک موازی پیش بینی شده است. بلوک بالایی (SCH) نمایش پیشرفت برنامه شده و بلوک، پائینی (ACT) گزارش پیشرفت واقعی ارتقاء کار است. برای هر بلوک یک بار (Far) از زمان شروع تا خاتمه بیست داده شده است. اعداد بالای هر بار نشان دهنده درصد انجام فعالیت در هر تقسیم بندی اصلی زمان است. حال مانند یک سیستم، محاسبه پیشرفت تجمعی برنامه شده و مقایسه آن با پیشرفت واقعی را بسیار آسان می سازد. جهت مساعدت در ارزیابی پیشرفت، پیشنهاد می شود که مقدار پیشرفت واقعی هر فعالیت در پایان هر دوره زمانی منظور گردد.

همانطورکه در شکل ۱ نشان داده شده است .

Construction Progress Chart

Project _____

Date _____



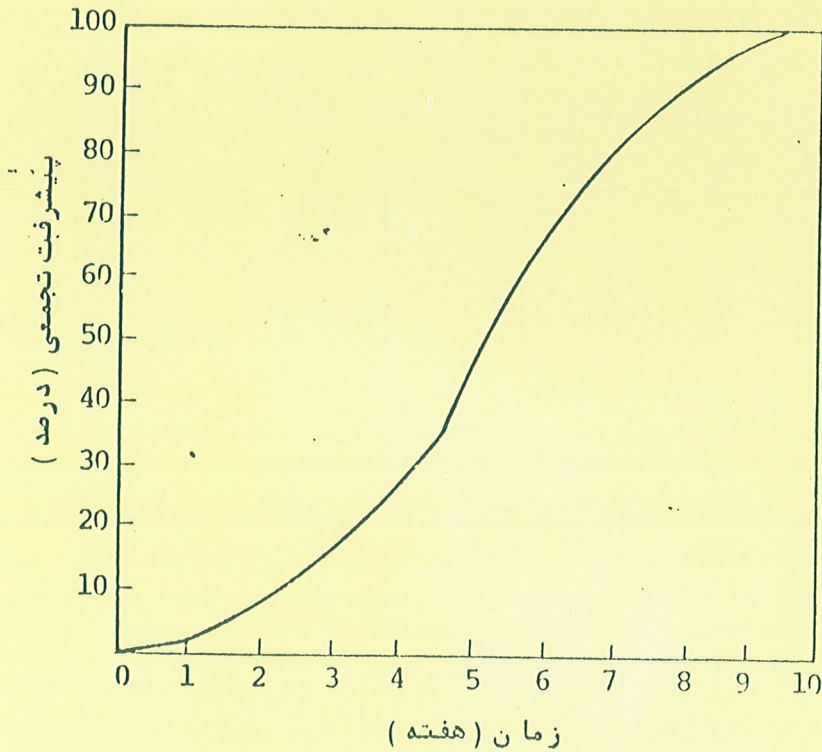
W = Weight

شکل (۱) - برنامۀ بارگراف پروژه ساختن

پیشرفت تجمعی پروژه (Cumulative Project Progress)

شکل ۲ منحنی پیشرفت تجمعی روی محور زمان را برای بارگراف شکل ۱ نشان میدهد. محور مدرج عمودی بیانگر درصد پیشرفت تجمعی پروژه و محور افقی زمان آن را مشخص میکند. همینکه برنامه بارگراف و وزن هر فعالیت تهیه و محاسبه شد، پیشرفت تجمعی برنامه آنچنانکه در شکل می بینید محاسبه و رسم میشود. در طی پیشرفت کار، پیشرفت تجمعی واقعی محاسبه و ترسیم میگردد. بمنظور رسم منحنی بکنواختی از پیشرفت تجمعی برنامه، باید پیشرفت تجمعی برای تعداد معتنابهی از نقاط محاسبه و رسم گردد. منحنی پیشرفت تجمعی شکل ۲ در انتهای هر هفته برنامه بارگراف شکل ۱ محاسبه و رسم شده است. پیشرفت تجمعی از فرمول زیر محاسبه میشود.

$$P_i = \sum_{j=1}^n (W_j \times P_{ij}) \quad (1)$$



شکل (۲) - پیشرفت تجمعی برنامه

آزمون محاسبات پیشرفت تجمعی با رگراف شکل برای سه هفته اول پروژه بشرح زیرمی باشد:

پایان هفته اول

فعالیت ۱

$$\text{پیشرفت} = (0/20 \times 4/7) = 0/9\%$$

پایان هفته دوم

فعالیت ۱

فعالیت ۲

فعالیت ۳

$$\text{پیشرفت} = (0/70 \times 4/7) + (0/60 \times 0/9) + (0/15 \times 26/4) = 7/8\%$$

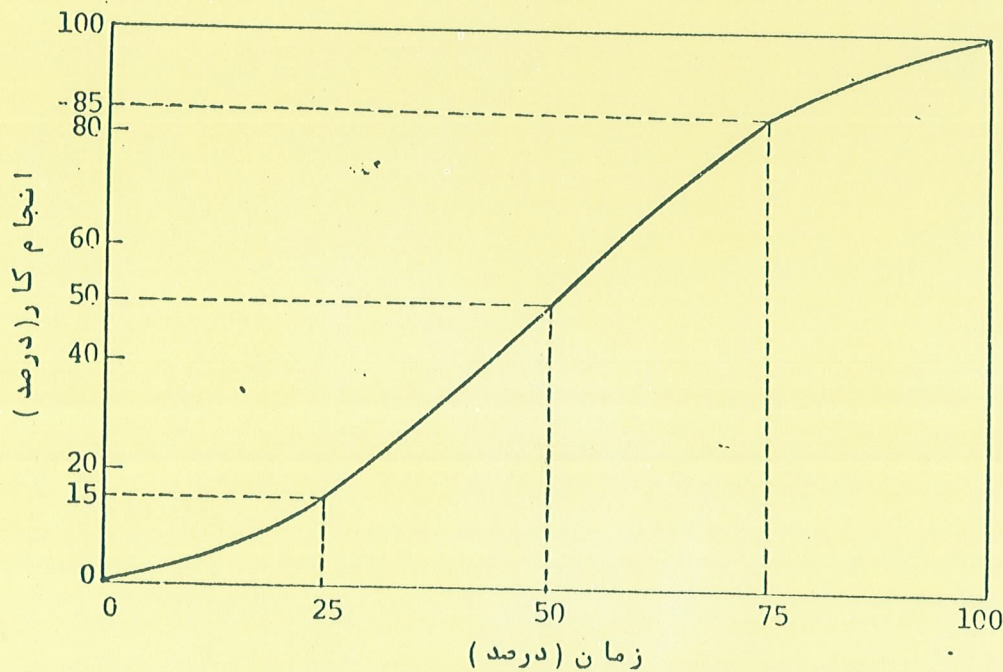
پایان هفته سوم

فعالیت ۱

فعالیت ۲

فعالیت ۳

$$\text{پیشرفت} = (1/00 \times 4/7) + (1/00 \times 0/9) + (0/40 \times 26/4) = 16/2\%$$

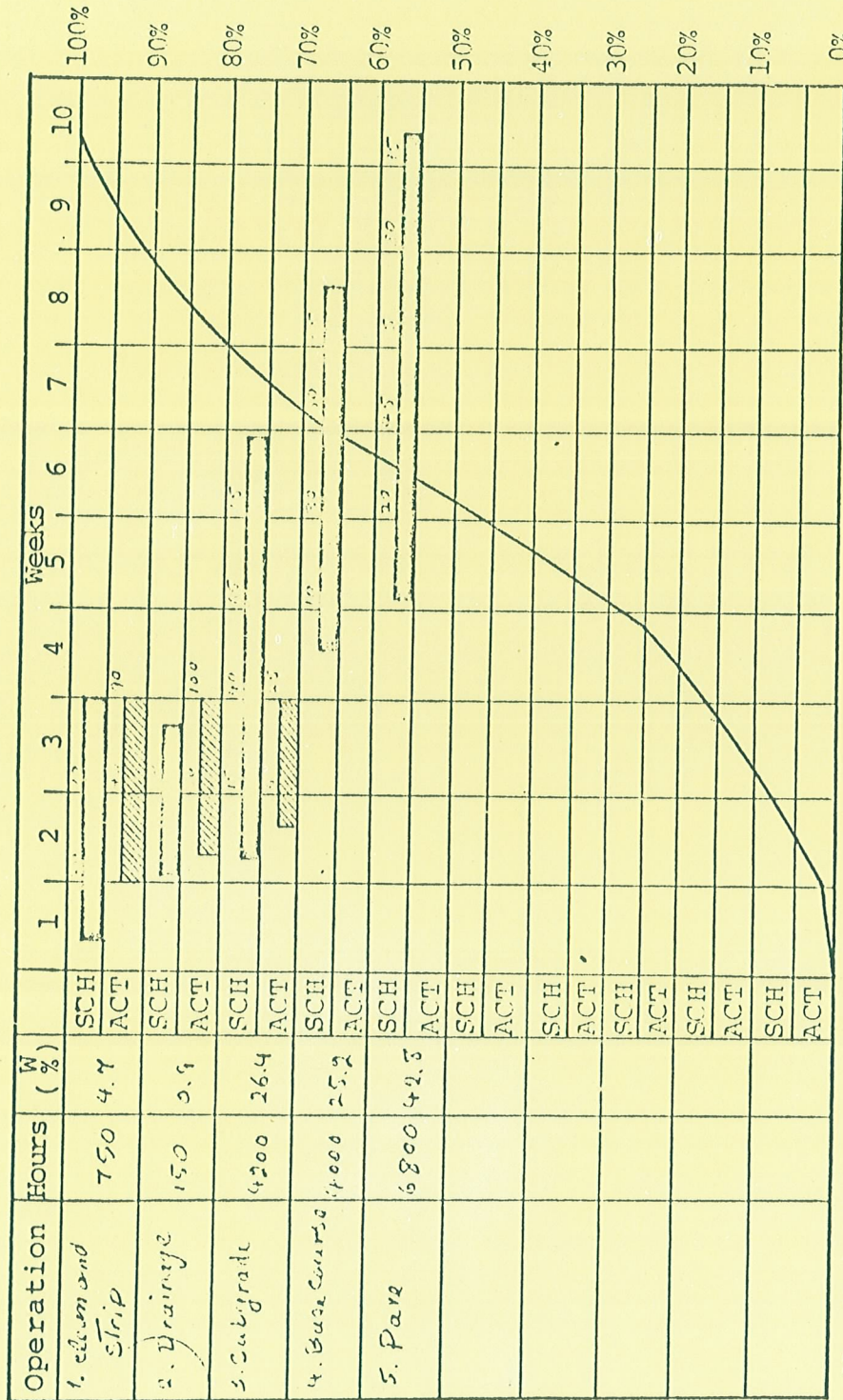


شکل (۳) - منحنی پیشرفت نرمال

غالبا، "منحنی پیشرفت تجمعی نیک پروژه دربرنامه با رگراف همان پروژه
 رسم میشود که در شکل ۴ نشان داده شده است.

Construction Progress Chart

Project _____
 Date _____



W = Weight Scheduled ——— Actual ———

شکل (۴) - با رگراف با پیشرفت تجمعی

منحنی پیشرفت نرمال (The Normal Progress Curve)

در اینجا، شکل محتمل (Probable Shape) پیشرفت تجمعی روی محور زمان را مورد توجه قرار می‌دهیم. مشاهده تعداد زیادی از پروژه‌ها حاکی از آن است که شکل معمول منحنی پیشرفت مانند شکل ۲ می‌باشد. با توجه به این منحنی، آهنگ پیشرفت در آغاز پروژه کند بوده که ناشی از سازماندهی کار و آشنایی کارگران به روشها و وظائف کار است. در واقع، حدود ۱۵٪ پروژه در ۲۵٪ اول زمان پروژه انجام میشود. سپس تا انجام ۸۵٪ از کار با نرخ پیشرفت ثابت تا انتهای ۷۵٪ زمان پروژه ادامه می‌یابد. دوباره پیشرفت در کارهای نهایی و حدوداً ختم پروژه کند میشود. منحنی پیشرفت شکل ۲ بیانگر یک منحنی نرمال (Normal) یا منحنی S (S-Curve) است که بطور معمول برای کارهای غیر تکراری بکار برده میشود. با مشاهده انحراف اساسی در منحنی پیشرفت تجمعی و منحنی شکل ۳ می‌بایست که علت این انحراف بدقت مورد بررسی قرار گیرد. اگر پیشرفت بر اساس مقادیر ریالی محاسبه شده باشد، وجود اقلامی با مقادیر ریالی زیاد باعث میشود که منحنی شکل ۳ شکل غیر نرمال بخود بگیرد. در غیر این صورت، احتمالاً وجود خطا بدلیل غیر واقعی بودن نرخ پیشرفت طراحی شده است.

۳ روش مسیر بحرانی (CPM-THE CRITICAL PATH METHOD)

نارسایی در برنامه بارگراف (Deficiencies in Bar Graph Schedule) چنانچه قبلاً گفته شد، مهمترین نارسایی برنامه‌های بارگرافی، عدم کارآیی در نمایش روابط (Relationships) بین فعالیت‌های پروژه است. در حقیقت هیچگونه روشی برای تعیین این روابط حتی برای تهیه کنندگان برنامه که احاطه کامل نسبت به آن دارند وجود ندارد. نتیجتاً "نارسایی برنامه‌های بارگرافی"

در مشخص نکردن فعالیتها نیست که بطور واقعی مدت انجام (Duration) پروژه را کنترل می نمایند. از این پس منظور از فعالیتها ی کنترل کننده زمان ، فعالیتها ی بحرانی (Critical Activities) است . در نتیجه عدم موفقیت در مشخص کردن روابط فعالیتها و فعالیتها ی بحرانی برنا مه با رگراف همچنین از نشان دادن تاثیر تغییرات خیریک فعالیت در تمام پروژه عا جز است . با شناخت این ضعفها در برنا مه با رگراف ، طراحان جهت اختراع برنا مه ریزی و طراحی پیشرفته سالها کوشش نمودند .

بهر حال ، تا قبل از ابداع روشهای طراحی شبکه ای (Network Planning) که در سالهای ۱۹۵۷ و ۱۹۵۸ صورت پذیرفت ، پیشرفت قابل ملاحظه ای در امر روشهای برنا مه ریزی و طراحی اتفاق نیافتاده بود . طی این دوره روش مسیر بحرانی (CPM) (Critical Path Method) مشترکا " توسط شرکتهای Pupont و Remington Rand بعنوان روش طراحی و برنا مه ریزی جهت تعمیر و نگهداری کارخانه و پروژه های ساختمانی با استفاده از کامپیوتر ، گسترش یافت . در همین زمان ، اداره ویژه پروژه های نیروی دریایی آمریکا توسط مشاورانش Booz ، Hamilton و Allen مشغول توسعه تکنیک ارزیابی برنا مه و تجدیدنظر (Program Evaluation and Review Technique) - (PERT) برای طراحی و کنترل سیستم های تسلیحاتی پیشرفته بود . کاربرد موفقیت آمیز CPM و PERT ، توسط توسعه دهندگان ، بزودی باعث استفاده گسترده این تکنیکها در پروژه های دولتی و صنعتی گردید .

هر دو روش PERT و CPM از نمودارهای شبکه ای (Network Diagram) جهت نمایش ترسیمی فعالیتها ی اصلی پروژه و نشان دادن روابط بین فعالیتها استفاده میکنند .

تفاوت اساسی بین روشهای PERT و CPM اینست که در روش PERT برآوردهای

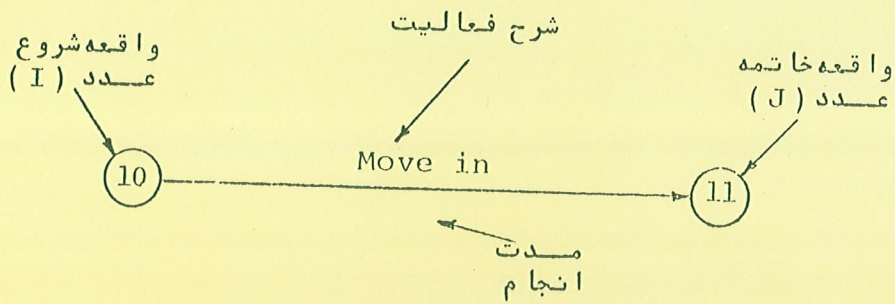
زمان فعالیت با استفاده از مفاهیم احتمالی مربوط به عدم اطمینان
بکار گرفته میشود، در حالیکه روش CPM به فعالیت یک زمان مشخص و ثابت
اختصاص میدهد.

نمودار شبکه‌ای (The Network Diagram)

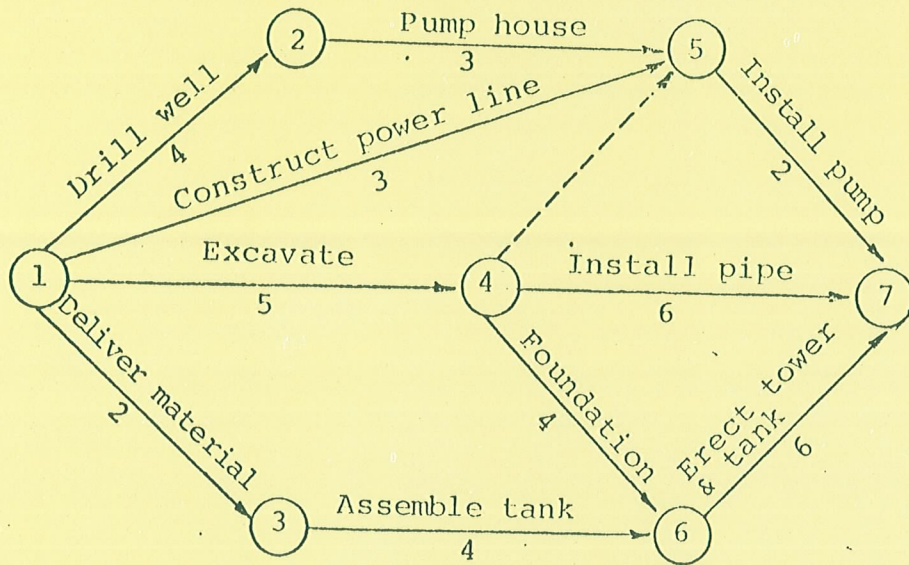
چنانچه گفته شد یک شبکه ترسیمی، فعالیت‌های اصلی و روابط میان آنها
را تصویر میکند. اساساً " دوروش برای رسم چنین شبکه‌هایی موجود است :
نمودار "فعالیت با پیکان" (Activity-on-arrow) و نمودار "فعالیت
با گره" (Activity-on-node) . شکل‌های خاص نمودار "فعالیت با
گره" که بعداً در این فصل درباره آن بحث میشود، نمودارهای اولویت‌سی
(Precedence Diagrams) است. علیرغم اینکه نمودار "فعالیت با
گره" فواید زیادی دارد، شمای "فعالیت با پیکان" جهت شرح ساختمان
شبکه‌ای و محاسبات زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در شمای "فعالیت با پیکان"، هر فعالیت که توسط یک پیکان نشان داده میشود
شامل شرح و مدت انجام فعالیت است. همانگونه که در شکل ۵ مشخص شده است
هر فعالیت در یک واقعه (Event) (با دایره مشخص شده است) شروع و یا
خاتمه می‌یابد. وقایع بمنظور شناسایی شماره گذاری می‌شوند و شماره
وقایع جهت مشخص کردن فعالیت‌های نمودار بکار می‌رود. بدین ترتیب که،
فعالیت‌ها با اخذ شماره واقعه در ابتدای پیکان (شماره I) و در پی آن
شماره واقعه در انتهای پیکان (شماره J) شناخته میشوند. بنابراین
چنانکه در شکل ۹ دیده میشود، فعالیت 10-11 منسوب به فعالیت است که
شروع آن واقعه 10 و ختم آن واقعه 11 است. این سیستم شماره گذاری
فعالیت به سیستم شماره گذاری I-J (I-J Numbering System) معروف
است.

چنانچه در نمودار شبکه‌ای بکار برده میشود، واقعه بطور خلاصه یک لحظه زمانی است و فرض شده وقتیکه تمام فعالیت‌های منتهی به آن انجام میشود، آنی اتفاق می‌افتد. به همین ترتیب، فعالیت‌هاییکه از یک واقعه خارج میشوند، فوراً "بعد از اتفاق آن واقعه می‌توانند شروع گردند. شکل نمودار شبکه‌ای ساده از یک پروژه ساختمانی را نشان میدهد. چنانچه قبلاً ذکر شد، نمودار ترسیمی، رابطه بین فعالیت‌ها را نمایش میدهد، این روابط عبارتند از پیشینه (Precedence) (چه فعالیت‌هایی بر یک فعالیت تقدم دارند؟)، همزمان (چه فعالیت‌هایی می‌توانند همزمان اجرا شوند؟) و پسینه (Succession) (چه فعالیت‌هایی در پی آن فعالیت می‌آیند؟). در شکل فعالیت 2-1 پیش از فعالیت 5-2 است، فعالیت 1-2 و 1-3 همزمان هستند و فعالیت 2-5 پس از فعالیت 1-2 می‌آید. حرکت فعالیت‌ها با جهت پیکان‌ها نشان داده میشود. لزوم اجرای نموداری خوب اینستکه، نمودارها یک تصویر روشن از منطق پروژه و جهت فعالیت‌ها که عموماً "از چپ بر راست می‌باشد را نشان دهد. پیکان‌ها نباید جهت برگشتی داشته باشند، اگرچه می‌توانند مستقیماً "در جهت بالا یا پایین قرار گیرند. در شکل به پیکانی که خط چین رسم شده توجه شود. به این یک فعالیت مجازی (Dummy Activity) یا بطور خلاصه مجازی (Dummy) گفته میشود. فعالیت‌های مجازی جهت اعمال نظر محدودیت‌های منطقی و جلوگیری از تکرار فعالیت‌های I-J بکار برده میشود. آنها بی‌نگرهیج کاری نیستند، بنابراین، همیشه دارای زمان صفر می‌باشند.



شکل (۵) - شمای "فعالیت با پیکان"

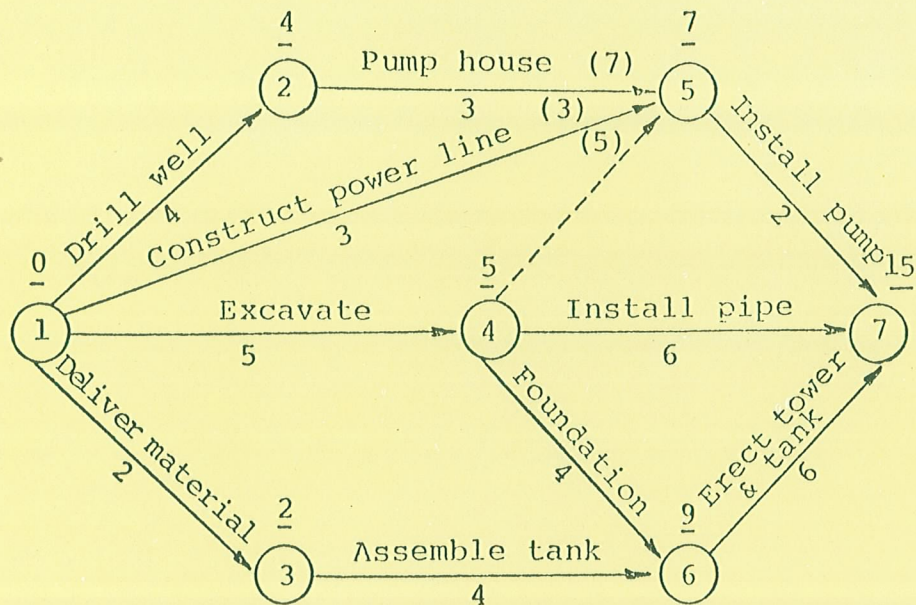


شکل (۶) - نمودار شبکه

محاسبات زمان واقعه (Event Time Calculation)

وقتیکہ نمودار شبکه، کہ بیانگر روابط بین فعالیتهاست رسم گردید، محاسبات زمان شبکه (Network Time) انجام میشود. اولین قدم محاسبہ زودترین زمان وقوع ہر واقعہ براساس شروع اختیاری صفر است.

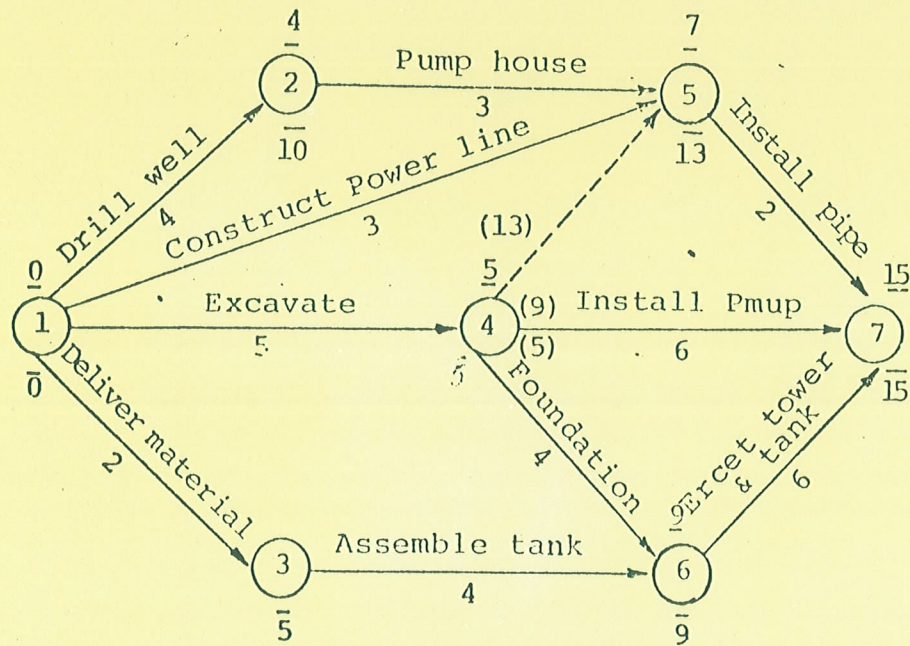
این زودترین زمان وقوع به عنوان زودترین زمان واقعه
(early event Time) که معمولاً با " EET " خلاصه میشود، شناخته
شده است. غالباً " زودترین زمان واقعه در بالای دایره واقعه (event
(Circle - ، چنانچه در شکل ۷ نشان داده شده قرار میگیرد. سپس
محاسبات با شروع صفر برای اولین واقعه، از چپ براست انجام میگیرد. این
محاسبه شبکه به عنوان " Forward Pass " شناخته میشود. در هر واقعه
زودترین زمان وقوع بر اساس زودترین زمان واقعه قبلی بعلاوه مدت انجام
(Duration) فعالیتی که دو واقعه را به یکدیگر مربوط میکند، بدست
میآید. در واقع زودترین زمان واقعه 2، حاصل جمع زودترین زمان واقعه 1
و مدت انجام فعالیت 2-1 ($0+4=4$) است. هنگامیکه در یک واقعه، دو
یا بیش از دو پیکان فعالیت بهم برسند، بیشترین مقدار از زودترین زمانهای
ممکن واقعه، بعنوان زودترین زمان واقعه انتخاب میگردد، بنابراین
تعریف می کنیم، واقعه ای اتفاق نمیافتد مگر اینکه همه فعالیتها تکیه
به آن واقعه می رسند، خاتمه یافته باشند. در شکل ۷ ملاحظه میگردد، زودترین
زمان خاتمه فعالیتها در واقعه 5، مقادیر 3 و 5 و 7 است، که در نتیجه
زودترین زمان وقوع مناسب مقدار 7 می باشد. طبیعتاً " زودترین زمان در
آخرین واقعه پروژه، حداقل زمان مورد نیاز برای خاتمه پروژه است.
وقتی که کلیه مقادیر زودترین زمان وقوع، محاسبه و بر روی شبکه درج شد،
روش " Backward Pass " جهت محاسبه دیرترین زمان ممکن
(Latest Passible Time) هر کدام از فعالیتها بدون آنکه طول
مدت انجام پروژه تغییر یابد، انجام می شود. برای شروع، دیرترین زمان
وقوع (LET) آخرین فعالیت مساوی زودترین زمان وقوع آن فعالیت
قرار داده میشود. با شروع دیرترین زمان وقوع آخرین فعالیت، روش
" Backward Pass " را برای محاسبه دیرترین زمان وقوع هر واقعه،
با کم کردن مدت انجام فعالیت از دیرترین زمان وقوع قبلی مربوط به آن



شکل (۷) - مثال شبکه - زودترین زمان وقوع

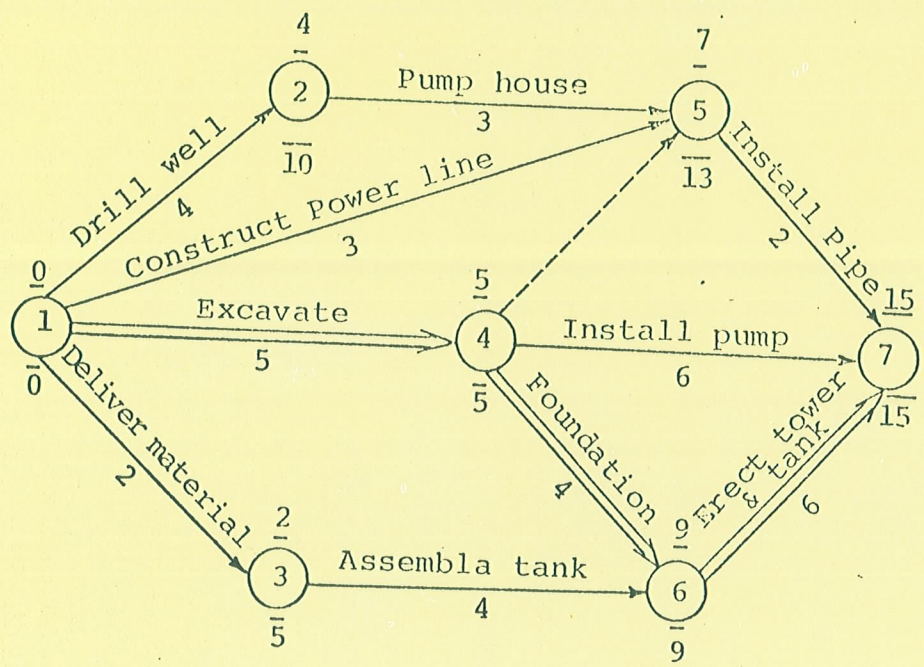
فعالیت ، بکار می بریم . نتایج حاصل در شکل ۸ مشخص شده است . دیرترین زمان وقوع واقعه 6 با کم کردن زمان فعالیت 7-6 از دیرترین زمان واقعه 7 بدست می آید ($15 - 6 = 9$) . هنگامیکه دو یا تعداد بیشتر فعالیت در یک واقعه بهم برسند ، کمترین زمان ممکن به عنوان دیرترین زمان وقوع انتخاب می شود ، بنا بر این تعریف می کنیم ، هر واقعه میبایست قبل از شروع فعالیت های خارج شده از آن واقعه اتفاق بیافتد . به عبارت دیگر ، برای اینکه کلیه فعالیتها در زمان تعیین شده خاتمه یابند ، هر واقعه می بایست در زودترین زمان ممکن اتفاق بیافتد . در شکل ۸ ، از دیرترین زمان وقوع 5 ، 9 و 13 ، مقدار 5 به عنوان دیرترین زمان وقوع ، واقعه 4 انتخاب می شود .

مسیری که درون یک شبکه کمترین مدت انجام پروژه را تعیین می سازد به عنوان مسیر بحرانی شناخته میشود. این مسیردنباله‌ای از فعالیتها و وقایعی است که به منظور محاسبه و مدت انجام پروژه (یا زودترین زمان وقوع آخرین واقعه) در روش " Forward Pass " استفاده شده است، اگرچه معمولاً پس از محاسبه کلیه زودترین و دیرترین زمانهای وقوع، مسیر بحرانی علامت گذاری میشود. با توجه به شکل ۹، مسیر بحرانی از وقایعی میگردد که زودترین و دیرترین زمان وقوعشان مساویست. فعالیتهای بحرانی آنهایی است که مسیر بحرانی را تشکیل داده‌اند و البته وقایع بحرانی را به یکدیگر متصل می نماید. در جایی که فعالیتهای موازی وقایع بحرانی را به یکدیگر متصل میکنند، در این حالت تنها فعالیتها ئیکه مدت انجام آنها مساوی با تفاضل زمانهای وقوع در دوسریکان می باشد، بحرانی است. بنا بر این در شکل ۹ فعالیت ۴-۷ مانند فعالیت ۴-۶ و ۶-۷ وقایع بحرانی ۴ و ۷ را به یکدیگر متصل میکند، اما تفاضل میان زمانهای وقوع وقایع



شکل (۸) - مثال شبکه - دیرترین زمان وقوع

7 و 4، 10 واحد زمانی است در حالی که مدت انجام فعالیت 7-4 فقط 6 واحد زمانی است، بنابراین فعالیت 7-4 بحرانی نیست. هنگامیکه مسیر بحرانی مشخص شد، باید روی شبکه بوضوح با رنگ، پیکان دوپل، یا مشابه اینها نمایش داده شود.



شکل (۹) - مثال شبکه - مسیر بحرانی

زمانهای فعالیت (Activity Times)

تا اینجا حداقل مدت انجام پروژه را محاسبه و مسیر بحرانی را مشخص نمودیم. قدم بعدی محاسبه زودترین و دیرترین زمان شروع و خاتمه و شناورکل (Total Float) برای هر یک از فعالیتها براساس زمانهای وقوع است. این مقادیر زمانی به عنوان اساس دربرنامهریزی و تخصیص منابع بکاربرده میشود. دو مقدار زودترین زمان شروع و دیرترین زمان ختم را می توان مستقیماً از شبکه خواند، درحالیکه دیگر مقادیر باید محاسبه گردد. روابط زیر برای محاسبه زمانهای فعالیت مورد استفاده قرار میگیرد:

(۲) زودترین زمان وقوع واقعه پیشینه $ES = (I)$ (زودترین زمان شروع)

(۳) مدت انجام فعالیت + زودترین زمان شروع = $EF = (J)$ (زودترین زمان ختم)

(۴) دیرترین زمان وقوع واقعه پسینه $LF = (J)$ (دیرترین زمان ختم)

(۵) مدت انجام فعالیت - دیرترین زمان ختم = $LS = (I)$ (دیرترین زمان شروع)

(۶) زودترین زمان ختم - دیرترین زمان ختم = $TF = (J - I)$ (شناورکل)

(۷) زودترین زمان شروع - دیرترین زمان شروع = $TF = (J - I)$ (شناورکل)

مقادیر زمانی فعالیتها مربوط به مثال شبکه در شکل ۱۰ ارائه شده است. توجه شود که این مقادیر زمانی معمولاً برای فعالیتهای مجازی محاسبه نمی گردد. شناور (درواژگان PERT به آن فرجه " Slack " میگویند) مهلت تاخیر قابل استفاده برنامهریزی برای یک فعالیت است. علیرغم اینکه انواع مختلف از شناور تعریف شده است، شناور کل بیش از همه مفید بوده و تنها نوع شناور است که در اینجا به کار برده میشود. کاربرد شناور در فرایندهای برنامهریزی در قسمت بعد میآید.

Act No.	Description	Duration	Early Start	Early finish	Late Start	Late finish	Total float
1-2	Drill well	4	0	4	6	10	6
1-3	Deliver material	2	0	2	3	5	3
* 1-4	Excavate	5	0	5	0	5	0
1-5	Power line	3	0	3	10	13	10
2-5	Pump house	3	4	7	10	13	6
3-6	Assemble tank	4	2	6	5	9	3
* 4-6	Foundation	4	5	9	5	9	0
4-7	Install pipe	6	5	11	9	15	4
5-7	Install pump	2	7	9	13	15	6
* 6-7	Erect tower & tank	6	9	15	9	15	0

*=Critical activity

شکل (۱۰) - زمان فعالیت برای مثال شبکه

نمودارهای "فعالیت باگره" (Activity-on-Node Diagram)

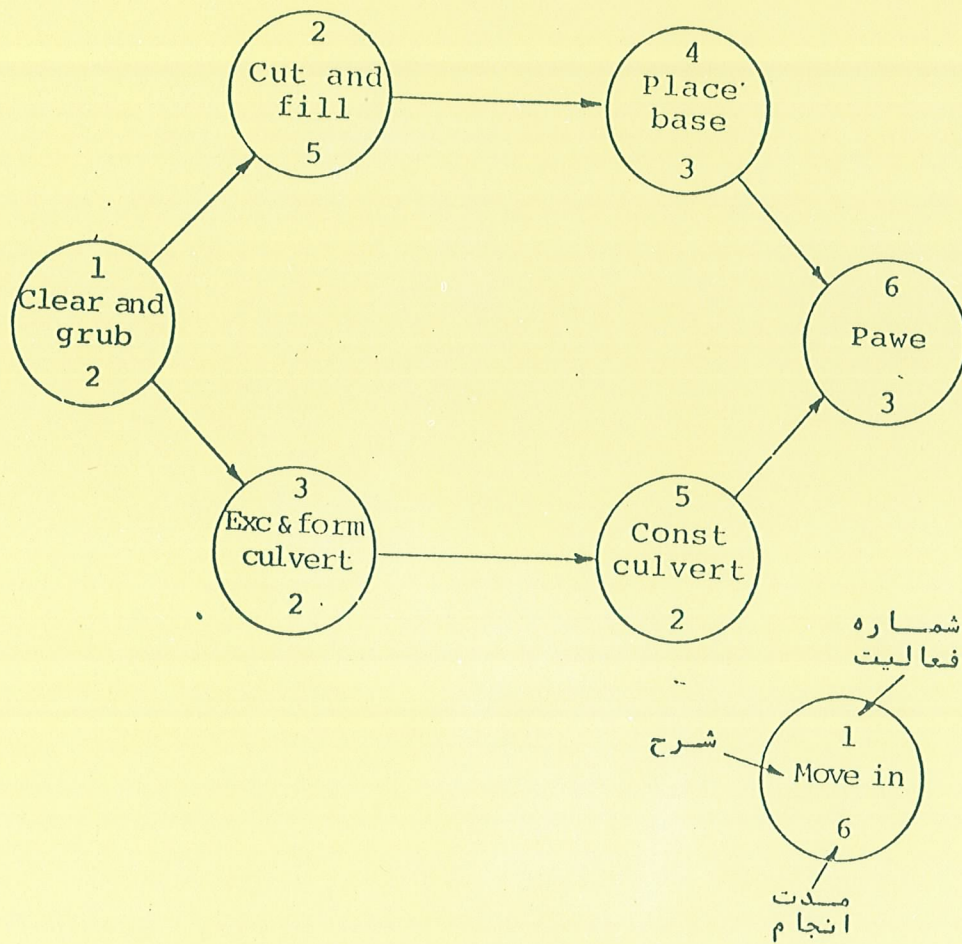
هما نظور که قبلاً گفته شد، برای رسم نمودارهای شبکه‌ای ازدوشمای اساسی استفاده میشود، تا اینجاشمای "فعالیت باپیکان" استفاده شد. دومین شما "فعالیت باگره" است. این روش هم از اصول عمومی قانون شبکه و محاسبات زمانی که بروش "فعالیت باپیکان" انجام شد، استفاده میکند. بهر حال نمودار شبکه‌ای "فعالیت باگره" تا اندازه‌ای با نمودار "فعالیت باپیکان" تفاوت دارد، بدلیل اینکه گره (که بعنوان واقعه درروش "فعالیت باپیکان" نمایش داده شد)، در این حالت بعنوان نمایش فعالیت استفاده میشود.

نمودار بافعالیت دایره‌ای (Circle Diagram , Circle Notation) یک فرم ساده از نمودار "فعالیت باگره" است که هر فعالیت بوسیله دایره‌ای که شامل شرح، شماره و مدت انجام فعالیت است، نمایش داده میشود.

شکل ۱۱ نمودار دایره‌ای را برای یک پروژه ساختمانی شش فعالیتی نشان میدهد. درروش "فعالیت باگره"، پیکانها صرفاً جهت نمایش محدودیتهای منطقی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در واقع تمام پیکانها شبیه فعالیتهای مجازی درشمای "فعالیت باپیکان" عمل می‌نمایند. این شکل که جهت نمودار سازی "فعالیت باگره" ایجاد شده تا اندازه‌ای برای درک مبتدیان آسان تر است. نارسایی مهم نمودار سازی "فعالیت باگره" محدودیت برنامه‌های کامپیوتری موجود برای انجام محاسبات زمانی شبکه بوده است. اگرچه، در حال حاضر تعدادی از این قبیل برنامه‌ها موجود است، انتظار می‌رود که استفاده "فعالیت باگره" افزایش یابد.

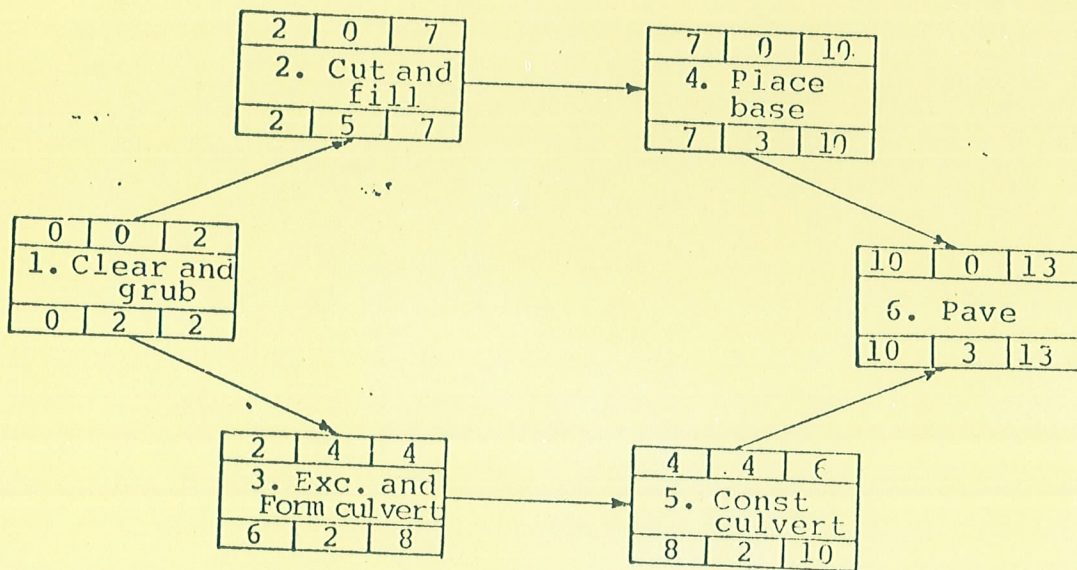
فرم دیگر نمودار "فعالیت باگره" در شکل ۱۲ نشان داده شده، در اینجا از گره بزرگ رسم شده، که برای قراردادن مقادیر زمانی فعالیت فضای بیشتری فراهم می‌آورد استفاده شده است. این شما بخصوص با محاسبات دستی شبکه (Manual Network Culculation) بدلیل اینکه زمانهای محاسبه شده فعالیت مستقیماً در شبکه قرار می‌گیرند، سازگاری دارد. وقتیکه

محاسبات زمانی از این طریق انجام گرفت، پیسها دمیشوند...
 بوسیله دونفر بطور مستقل انجام ونتایج جهت چک کردن خطا مقایسه شوند.
 نمودار اولویت (Precedence Diagram) سومین فرم نمودار
 "فعالیت باگره" است. این نمودار بسط شمای "فعالیت باگره" است که با
 گنجاندن عوامل زمان تاخیر (Lag Time Factors) بخوبی امکان روابط
 پیشینه اضافی (Precedence Rel.) را فراهم میآورد. در نمودار سازی
 روابط یک پروژه ساختمانی که اغلب فعالیتها بمحض انجام قسمتی از فعالیت
 ماقبل شروع میشوند، کاربرد زمان تاخیر بسیار با اهمیت است. علاوه بر



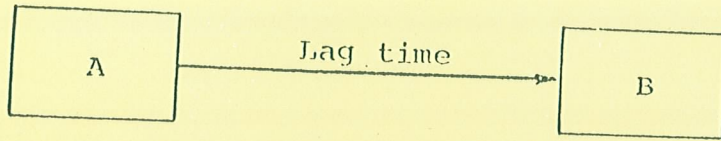
شکل (۱۱) - نمودار دایره

روابط متداول "خاتمه - شروع" (Finish-to-Start) ، ایزروش امکان روابط "خاتمه - خاتمه" (Finish-to-Finish) و "شروع - شروع" (Start-to-Start) را فراهم میآورد. این روابط و کاربرد زمان تاخیر در شکل ۱۳ مشخص میباشد. برای درک اهمیت درج زمان تاخیر توجه به چگونگی نشان دادن این روابط در روش های نمودار شبکه ای متداول امری مفید است. برای مثال به شبکه ۱۲ توجه نمائید. طراح تصمیم می گیرد که فعالیت ۲، ("Cut and Fill") می تواند بعد از انجام ۵۰٪ فعالیت ۱ (Clear and Grub) شروع شود. اگر برای نمایش این موقعیت از نمودارهای اولویتی استفاده نشود. ضروریست فعالیت ۱ به دو فعالیت (1A و 1B) با زمان فعالیت یک روز شکسته شود. بنابراین فعالیت ۲ بعد از خاتمه فعالیت 1A می تواند شروع شود. با استفاده از روش کار نمودارهای اولویتی ، کافیست یک روز زمان تاخیر در رابطه "شروع - شروع" از فعالیت A به فعالیت B گنجانده شود. (شکل b - ۱۳)

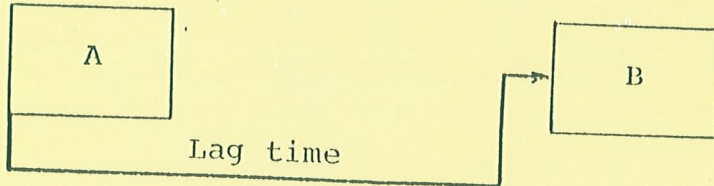


ES	EF	LF
No. Description		
LS	D	LF

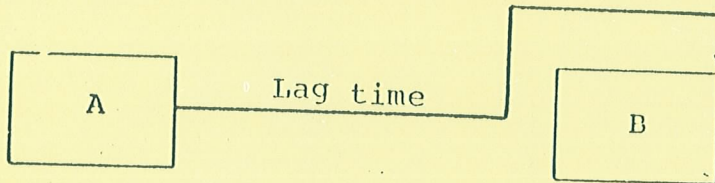
شکل (۱۲) - نمودار باگ - ره



a. Finish-to-start: start of B depends on finish of A plus lag time.



b. Start-to-start: start of B depends on start of A plus lag time.



c. Finish-to-finish: finish of B depends on finish of A plus lag time.

شکل (۱۳) - روابط نمودار اولویت‌ی

برنامه زودترین شروع (The Early Start Schedule)

زمانهای فعالیت که در قسمت قبل محاسبه شد اساس یک برنامه پروژه را تشکیل میدهد، اما بخودی خود تشکیل دهنده یک برنامه نیستند. برای مثال در شکل ۱۰، فعالیت ۱-۵ با مدت انجام ۳ روز، دارای زمان شروع صفر و زمان خاتمه ۱۳ با ۱۰ روز شناور است. در واقع فعالیت ۱-۵ می تواند آنچنان برنامه ریزی شود که در هر سه روزهی بین روز اول و روز سیزدهم اتفاق بیافتد، بدون آنکه تغییری در ۱۵ روز مدت انجام پروژه ایجاد شود. وقتی کلیه فعالیتها برنامه ریزی شده در زودترین زمان مجاز (Earlist allowable Time) شروع شوند، این برنامه بعنوان برنامه زودترین زمان شروع (Early Start Schedule) شناخته میشود. پیشنهاد میشود که، جهت تهیه برنامه با توجه به شبکه محاسبه شده، برای هر فعالیت خط زمانی (Line Time) بین زودترین زمان شروع و دیرترین زمان خاتمه رسم شود. شکل ۱۴ نحوه عمل را در مورد شبکه ۹ نشان میدهد. توجه شود که خط زمان در انتهای زودترین زمان شروع جدول بندی شده شکل ۱۰ شروع و تا پایان دیرترین زمان خاتمه ادامه می یابد. برای فعالیت ۱-۲ خط زمان از زمان صفر (شروع در روز ۱) تا زمان ۱۰ (انتهای روز ۱۰) رسم شده است. همچنین توجه شود که زمانهای توپر رسم شده، متعلق به فعالیتهای مسیر بحرانی است (فعالیتهای ۱-۴ و ۴-۶ و ۶-۷)، بکارگیری فعالیتهای مسیر بحرانی بدینصورت، برنامه ریز را متوجه این مساله می نماید که، این فعالیتها می بایست در زمان مشخص شده برنامه ریزی شوند، مگر اینکه طول زمان پروژه تغییر یابد. فعالیتها در هر موقعیت مطلوب روی خط زمان می توانند برنامه ریزی شوند. اگر کلیه فعالیتها در

ابتدای خط زمان شروع شوند، برنامۀ زودترین زمان شروع شکل ۱۵ تهیه میشود. در اینجا هر روز کاری (Work Day) با ستاره در حالیکه هر روز شناور (Day of Float) با حرف F نمایش داده شده است. زمان شناور در تنظیم مجدد برنامه، بدون تغییر مدت انجام پروژه توسط برنامه مریزبکار گرفته میشود. ایجاد یک منطق ترجیبهی (Preferential Logic) برای جریان محدودیت های منابع و برنامه مریزی فعالیتها نیکه نسبت به شرایط جوی حساسیت دارند هنگامی که انتظار می رود این شرایط مناسب باشد، برخی از کاربردهای زمان شناور است که در برنامه مریزی استفاده میشود. این منطق ترجیبهی که همان منطق شبکه است منحصرا "از جانب طراح بواسطه اینکه وی ارجحیت ترتیب عملیات را هدایت میکند، اعمال میشود. به عبارت دیگر این منطق ناشی از ماهیت اصلی پردازش نمی باشد مثلاً "فعالیت های بتن ریزی که به ترتیب می توانند برنامه مریزی شوند فقط نیاز به یک گروه بتن ریزی برای پروژه دارد.

Act No.	Description	D	Time														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-2	Drill well	4															
1-3	Deliver matl	2															
1-4	Excavate	5															
1-5	Power line	3															
2-5	Pump house	3															
3-6	Assemble tank	4															
4-6	Foundation	4															
4-7	Install pipe	6															
5-7	Install pump	2															
6-7	Erect tower & tank	6															

شکل (۱۴) - زمان مجاز فعالیت برای مثال شبکه

Act No.	Description	D	Time														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-2	Drill well	4	*	*	*	*	F	F	F	F	F						
1-3	Deliver matl	2	*	*	F	F	F										
1-4	Excavate	5	*	*	*	*	*										
1-5	Power line	3	*	*	*	F	F	F	F	F	F	F	F	F			
2-5	Pump house	3					*	*	*	F	F	F	F	F			
3-6	Assemble tank	4			*	*	*	*	F	F	F						
4-6	Foundation	4						*	*	*	*						
4-7	Install pipe	6						*	*	*	*	*	*	F	F	F	F
5-7	Install pump	2								*	*	F	F	F	F	F	F
6-7	Erect tower & tank	6										*	*	*	*	*	*

* = work day

F = float

شکل (۱۵) - برنامۀ مزودترین شروع برای مثال شبکه

برنامۀ مزودترین شروع و سایر برنامۀ ها

(Late Start and Other Schedules)

وقتی که کلیه فعالیتها در دیرترین زمان شروع مجاز (Latest Allowable Starting Time) - شروع شوند ، (همانطور که در شکل ۱۶ نشان داده شده است) ، برنامۀ مزودترین شروع (Late Start Schedule) ایجاد میشود . توجه دارید که کلیه زمانهای شناور قبل از شروع فعالیتها استفاده شده اند . نارسایی مشهود در کاربرد چنین برنامۀ های ، این است که زمان تاخیر مجاز برای فعالیتی که مدت انجامش بیش از مدت برآورد میشود ، را از دست میدهد . در عمل ، یک برنامۀ عموماً نه در زودترین زمان و نه در دیرترین زمان ، شروع میشود . بلکه بواسطه تاخیر در بعضی از فعالیتها برای استفاده یکنواخت از منابع یا تشکیل یک منطق ترجیحی جهت نگهداری حتی الامکان بخشی از زمان شناور ، بصورت یک برنامۀ مابین این دو ایجاد میشود .

Act No.	Description	D	Time														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-2	Drill well	4	F	F	F	F	F	F	*	*	*	*					
1-3	Delivar mati	2	F	F	F	*	*										
1-4(5)	Excavate	5	*	*	*	*	*										
1-5	Power line	3	F	F	F	F	F	F	F	F	F	*	*	*			
2-5	Pump house	3					F	F	F	F	F	*	*	*			
3-6	Assemble tank	4			F	F	F	*	*	*	*						
4-6	Foundation	4						*	*	*	*						
4-7	Install pipe	6						F	F	F	F	*	*	*	*	*	
5-7	Install pump	2								F	F	F	F	F	*	*	
6-7	Erect tower & tank	6										*	*	*	*	*	

*=wore day

F=float

شکل (۱۶) - برنامه‌دیرترین شروع برای مثال شبکه

هنگامیکه برنامه‌های سوای برنامه‌زودترین شروع ایجادشود، باید دقت کرد و مطمئن شد که هیچ فعالیت برنامه‌ریزی شده‌ای قبل از آنکه واقعه پیشینه‌اش (Predecessor Event) اتفاق بیافتد، شروع شود. البته این عمل تخطی از منطق شبکه است. این قبیل خطا در هر لحظه با مراجعه به نمودار شبکه برای فعالیت برنامه‌ریزی شده قابل جلوگیری است. بهر حال ایجاد یک روش ساده با استفاده از درج اعداد فعالیت در برنامه می‌تواند، محدودیت‌های منطق، را کنترل نماید. با مراجعه به اشکال ۴ و ۹ مشاهده میشود که فعالیت ۲-۵ می‌تواند بمرحله خاتمه کلیه فعالیت‌ها تکیه به آن می‌رسند، شروع شود (عدد ۲ = عدد ۱) که در این مثال فقط فعالیت ۱-۲ است. با استفاده از این روش بعضی شروط برای فعالیت‌های مجازی که در ارتباط با محدودیت‌های منطقی اعمال شده‌اند، می‌بایست منظور گردد. این کار با گنجاندن عدد سومی در پرانتز بعد از فعالیت عمومی I-J انجام می‌شود.

عدد داخل پرانتز انتهای فعالیتهای مجازی را نشان میدهد. برای مثال در شکل ۱۶ فعالیتهای 1-4 با (5) 1-4 مشخص شده است. در اینجا عدد 5 مشخص میکند که، فعالیتهای با شروع عدد 5 (عدد I) نمی توانند تا خاتمه فعالیتهای 1-4 شروع شوند. این کار با مراجعه به نمودار شبکه شکل ۹، عملی است منطقی و ناشی از موجودیت فعالیتهای مجازی 4-5 میباشد. در واقع فعالیتهای پیشینه واقعی (Real Predecessors) برای فعالیتهای 5-7، فعالیتهای 1-4، 1-5 و 2-5 میباشد.

تخصیص منابع (Resource Assignment)

در برنامه ریزی تخصیص منابع پروژه، طراح عموماً " با دو مساله اساسی مواجه میشود. این دو مساله برای هر نوع از منبع، عبارتند از (۱) ماکزیمم مقدار منابع قابل دسترسی در هر پریود زمانی و (۲) حذف تغییرات شدید در نیاز به منبع، (یعنی، یکنواختی استفاده از منبع) .

اگر در شکل‌های ۱۵ و ۱۶، جای ستاره که مشخصه روز کاریست را با عددی که بیانگر مقدار منبع مورد نیاز فعالیت در آن پریود زمانی است، عوض نمائیم کل مقدار مورد نیاز از این منبع در هر پریود زمانی برای هر پروژه خاص بسادگی محاسبه میشود. در واقع شکل ۱۷ تعداد کارگرهای مورد نیاز هر روز کاری برای برنامه با زودترین شروع (شکل ۱۱) از مثال شبکه را، نمایش میدهد. چنانچه ملاحظه میشود کارگر مورد نیاز روزانه، بسیار ناهم‌وار بوده و تغییراتی از 19 کارگر در روز اول، تا 8 کارگر در روز دوازدهم دارد. در صورتیکه پیمانکار از کارگرهای اضافی که با این نوسانات ایجاد میشود، در پروژه‌های نزدیک به این پروژه استفاده نماید، مسائل و مشکلات کارگری حل خواهد شد. بهترین تدبیری می‌تواند، کوشش در یکنواخت کردن کارگر مورد نیاز روزانه باشد. این کار غالباً " بسادگی و با استفاده از زمان شناورد برنامه ریزی مجدد صورت می‌پذیرد.

Act No.	Description	D	Time														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-2	Drill well	4	4	4	4	4											
1-3	Deliver matl	2	4	4													
1-4(5)	Excavate	5	5	5	5	5											
1-5	Power line	3	6	6	6												
2-5	Pusp house	3				2	2	2									
3-6	Assemble tank	4			3	3	3	3									
4-6	Foundation	4						7	7	7	7						
4-7	Install Pipe	6						4	4	4	4	4	4				
5-7	Install Pump	2								5	5						
6-7	Erect tower & tank	6										8	8	8	8	8	
Total			19	19	18	12	10	16	13	16	16	12	12	8	8	8	

منابع (کارگران) مورد نیاز برای فعالیت

فعالیت	تعداد مورد نیاز
1-2	4
1-3	4
1-4	5
1-5	6
2-5	2
3-6	3
4-6	7
4-7	4
5-7	5
6-7	8

شکل (۱۷) - تخصیص منابع - برنامه زودترین شروع

بایک جمع بست سریع ، کل نیاز به منبع (کارگر) برای مثال شبکه
 (با توجه به شکل ۱۷) 195۰ کارگر روز است . از این عمل متوسط نیاز در
 حدود 13 کارگر در هر روز نتیجه میشود . با استفاده از زمان شناور در برنامه -

ریزی مجدد ، برنامه تجدید نظر شکل ۱۸ حاصل میشود . نیاز روزانه ایمن
 برنامه تنها تغییراتی بین 12 تا 15 کارگردارد . روشهای مشابهی ،
 درحالیکه حدود حداکثر منبع مشخص باشد ، می تواند بکار گرفته شود . بهر حال
 غالباً " ضروریست طول مدت پروژه با توجه به این محدودیت منبع افزایش
 یابد . نیازهای روزانه برای هر منبع می بایست بطور جداگانه حساب شود ،
 حتی اگر منابع متعددی با رنگها یا نشانه های مختلف در یک فرم برنامه
 جدول بندی شده باشند . زمانیکه روش دستی پیشنهادی فوق برای شبکه های
 کوچک قابل اجرا باشد ، پیداست که این روش برای شبکه های بزرگ طاقت فرسا
 خواهد بود . بهمین دلیل برنامه های کامپیوتری برای یکنواخت سازی
 منبع و محدودیت آن توسعه یافته اند .

Act No.	Description	D	Time														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-2	Drill well	4	4	4	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-3	Deliver matl	2	4	4													
1-4(5)	Excavate	5	5	5	5	5											
1-5	Power line	3			6	6	6										
2-5	Pump house	3					2	2	2								
3-6	Assemble tank	4						3	3	3	3						
4-6	Foundation	4						7	7	7	7						
4-7	Install pipe	6								4	4	4	4	4	4		
5-7	Install pump	2														5	5
6-7	Erect tower & tank	6										8	8	8	8	8	8
Total			13	13	15	15	13	12	12	14	14	12	12	12	12	13	13

شکل (۱۸) - یکنواختی تخصیص منابع

PRACTICAL CONSIDERATIONS IN NETWORK USE

هنگامیکه از روشهای شبکه استفاده میکنیم

(When to Use Network Methods)

اسلوبی که در رسم نمودار شبکه بکار گرفته شده، برنامهریزان ناگزیر می سازد که با توجه به جزئیات چگونگی روش انجام پروژه را بنویسد. علاوه بر آن، نمودار شبکه‌ای وسیله ارتباطی بسیار خوبی برای انتقال اطلاعات به افراد ذیربط در پروژه است. بنابراین، تهیه نمودار شبکه‌ای برای هر پروژه بدون توجه به اندازه آن سودمند است. البته اندازه شبکه بکار گرفته شده بستگی به اندازه و پیچیدگی پروژه دارد. قواعد عملی جهت ایجاد یک نمودار شبکه با اندازه مشخص، توسط کارشناسان براساس روشهای عملی ویژه‌ای پیشنهاد شده، که ممکن است با توجه به نوع کار شما، کاربردی نداشته باشد. پروژه‌های بزرگی مثل ساختمان ۲۵ طبقه با ۳/۵ میلیون دلار هزینه بوسیله شبکه CPM با کمترین ۹۰ فعالیت، موفقیت آمیز مدیریت شده است. درجایی که عملیات تکراری وجود دارد. رسم یک زیر شبکه (Sub Network) برای نشان دادن جزئیات هر عمل که بصورت تک فعالیت در شبکه اصلی مشخص شده است، امریست مفید. قبل از ارائه پیشنهاد، تهیه خلاصه و طرحی از شبکه سودمند خواهد بود. مثلاً، نمودار شبکه‌ای می تواند جهت تعیین اتمام پروژه در زمان ارائه شده، مورد استفاده قرار گیرد. در واقع در این لحظه می توان تصمیم گرفت که کدامیک از موارد ارائه شده می تواند پیشنهاد شود. اگر تصمیمی گرفته شد، از این نمودار شبکه بعنوان چهارچوبی برای تعیین برآورد هزینه پروژه جهت ارائه استفاده میشود. برخی از عواملی که می بایست در تعیین سطح جزئیات مورد توجه قرار گیرند عبارتند از ارزش پولی، اندازه، پیچیدگی و مدت اجرای پروژه.

تهیه شبکه (Preparing The Network)

بدون در نظر گرفتن تعداد افراد انتخاب شده جهت تهیه شبکه (که ممکن است خیلی کم بوده و فقط مدیر پروژه را شامل شود) اهمیت دارد که اطلاعات ورودی (Input) از افرادی گرفته شود که با روشهای ساختمانی مورد نظر بیشترین آشنایی را دارند. اگر گروه برنامه ریز فاقد یکی از تخصصهای اجرایی کار باشد، بازنگری طرح قبل از نهایی شدن بمنظور اطمینان از نحوه اجرای کار ضروریست.

روشهای دستی یا کامپیوتری (Manual or Computer Techniques) یکی از عوامل اصلی که گاه منجر به عدم رضایت از روشهای شبکه ای میشود، استفاده غیر ضروری یا بکارگیری بیش از اندازه از کامپیوتر است. روشهای دستی بیشتر جنبه توضیحی دارند، مخصوصاً " برای کسانی که با طرز عمل شبکه آشنایی ندارند. تهیه و محاسبه دستی شبکه یکی از بهترین راهها برای مدیر جهت درک واقعی پروژه و یافتن تصور بالقوه از مسائل و هزینه هاست. هنگامیکه لزوم استفاده از شبکه ای با بیش از چند فعالیت وجود دارد، بکارگیری کامپیوتر جهت انجام محاسبات زمانی ارجح است. به هر حال اجازه ندهید که شما و همکارانتان در محاصره لیست های خروجی (Output) کامپیوتری غیر لازم قرار گیرند. انتخاب لیست های خروجی باید برای کلیه سطوح مدیریت بدقت صورت پذیرد و تنها اطلاعاتی را شامل شود که بطور موثر قابل استفاده آنان است.

از مزایای مشهود کامپیوتر توانایی آن در سرعت بروز رساندن (Update) شبکه و انجام محاسبات و تهیه گزارشات به هر شکل (Format) و مقدار مورد نظر است. اگرچه تهیه گزارشات با تناوب و یا در حجم زیاد، اسراف در کاغذ و زمان کامپیوتر است. وقتیکه نمودار شبکه می بایست همیشه در محل

پروژه بروز درآید ، گزارشات کامپیوتری تحت مبنای معینی تهیه میشوند. برای پروژه‌های مهم با مدت انجام متوسط، فاصله زمانی ۲ تا ۴ هفته برای بر روز رساندن ، می تواند مناسب باشد. با توجه به کلیه تجربیات کامپیوتری صحت لیست های خروجی درگروی سلامت اطلاعات ورودی است ، بنابراین قبل از اجرای برنامه شبکه (Network Program) باید از صحت داده های ورودی اطمینان داشت و مراقب این امر بود .

روشهای شبکه‌ای پیشرفته (Advanced Network Techniques) در حال حاضر ، تعدادی روشهای پیشرفته در مدیریت شبکه وجود دارند . مجموعه‌ای از این روشها عبارتند از : بهینه سازی (Optimum) مدت انجام پروژه بر اساس روابط هزینه- زمان (Time - Cost) ، حداقل کردن هزینه پروژه در برنامه ریزی مالی و روشهای کنترل هزینه (Cost Control) ، و تکنواخت سازی منبع در پروژه‌های چندگانه (Multiple Projects) .

تمرینات

۱ - پیشرفت تجمعی واقعی را در پایان هفته‌های اول و دوم و سوم برنامۀ بارگراف شکل ۱ محاسبه کنید.

۲ - چگونه پیشرفت واقعی در پایان هفته سوم در شکل ۱ با پیشرفت برنامۀ شده مقایسه میشود؟ پاسخ را بصورت درصدی از پیشرفت برنامۀ بیان کنید.

۳ - در شکل ۱ تاخیر در فعالیت‌های 1 و 2 و 3 چه تاثیری در اتمام پروژه دارد؟ شرح دهید.

۴ - نمودار شبکه‌ای به شکل "فعالیت‌بایگان" رسم کنید که روابط منطقی زیر را نشان دهد.

توضیح: فعالیت‌های ستون (۱) بستگی به اتمام فعالیت‌های ستون (۲) دارند.

(۱)	(۲)
A	-
B	-
C	-
D	A
E	B
F	C
G	B
H	D & G
I	B
J	-
K	I & F

۵ - نمودار شبکه‌ای به شکل "فعالیت‌بایگان" رسم کنید که بیانگر روابط

منطقی زیربنا شد.

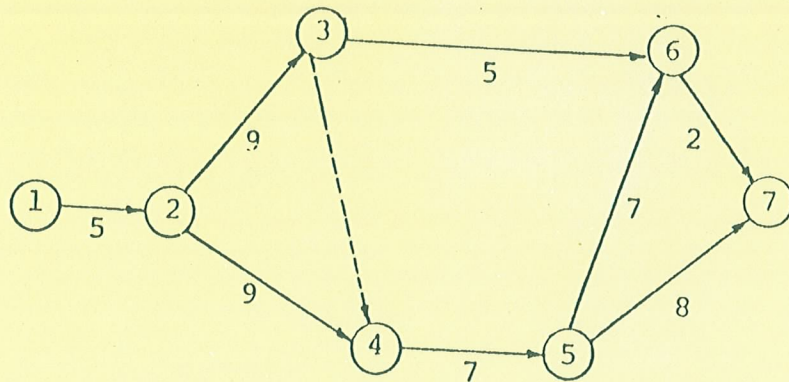
توضیح: فعالیتهای ستون (۱) بستگی به تمام فعالیتهای ستون (۲)

دارند.

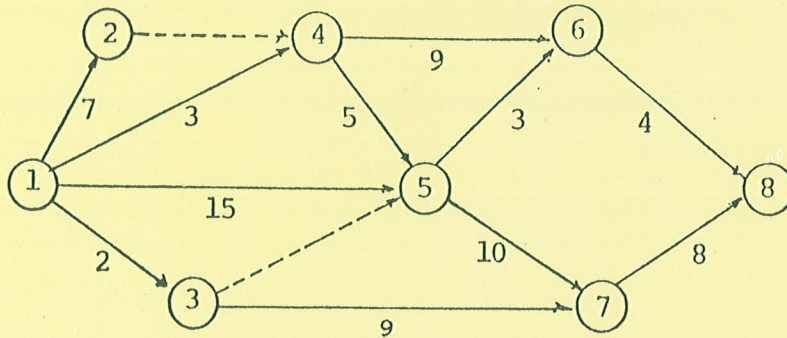
(۱)	(۲)
A	C & K
B	E
C	F
D	C & I
E	G
F	H
G	H
H	-
I	E & F
J	A & D
K	B

۶ - نمودار دایره‌ای ("فعالیت باگره") رسم کنید که روابط منطقی تمرین ۵ را نشان دهد.

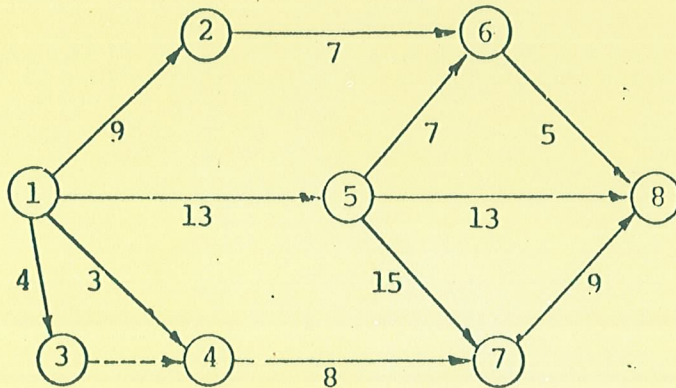
۷ - نمودار شبکه‌ای همانند شکل زیر رسم کرده و مقادیر زودترین و دیرترین زمانهای وقوع را در نمودار اضافه نمایید. سپس جدولی تهیه کنید که زودترین و دیرترین زمان شروع، زودترین و دیرترین زمان ختم و زمانهای شناور را نشان دهد.



۸ - نمودار شبکه‌ای همانند نمودار زیر رسم کرده و زودترین و دیرترین زمانهای وقوع را روی آن اضافه نمایید. سپس جدولی تهیه کنید که زودترین و دیرترین زمانهای شروع و زودترین و دیرترین زمانهای ختم و زمانهای شناور را نشان دهد.



۹ - برنامه زودترین شروع شبکه زیر را تهیه نمایید. زمان مجاز (خط زمان) را برای هر فعالیت تعیین کنید. زمان فعالیتها به روز می باشد.



۱۰ - برای شبکه تمرین ۹، منابع را برای برنامه زودترین شروع تخصیص دهید. در هر دوره زمانی کل منابع مورد نیاز را تعیین کنید. تخصیص

منابع را به گونه‌ای تنظیم کنید که حداکثر ۲۵ کارگرد در روز اول بکار
گمارده شوند و در بقیه مدت حداکثر به ۲۲ کارگرنیاز باشد. نیماز
به منابع برای هر یک از فعالیتها به قرار زیر است :

فعالیت	کارگرموردنیاز
1-2	۶
1-3	۴
1-4	۱۵
1-5	۱۰
2-6	۵
4-7	۶
5-6	۵
5-7	۸
5-8	۶
6-8	۴
7-8	۷

PROJECT CONTROL PHILOSOPHY AND PROCEDURE

PROJECT CONTROL PHILOSOPHY AND PROCEDURE

- 0. FOREWARD
- 1. PROJECT CONTROL CRITERIA
 - 1.1 Basic Criteria
 - 1.2 Definitions
 - 1.3 Project Control Model Description
(Planning Sequence)
 - 1.4 Management Classes
 - 1.5 Control
 - 1.6 Reporting
- 2. PROJECT CONTROL PROCEDURE
 - 2.1 General
 - 2.2 Planning Phase:
 - 2.2.1 - Level 0
 - 2.2.2 - Level 1
 - 2.2.3 - Level 2
 - 2.2.4 - Level 3
 - 2.2.5 Project Baselines
 - 2.3 Control Phase:
 - 2.3.1 - Data gathering and progress assesment
 - 2.3.2 - Calculation of performance factors and variances
 - 2.3.3 - Data analysis and variance identification

LIST OF APPENDIXES

- APPENDIX No 1 - Snamprogetti Standard procedure for
Physical progress assesment
- APPENDIX No 2 - Snamprogetti Project Data Base
 - Material Procurement Control System
 - Drawings and specifications handling
and control
- APPENDIX No 3 - Snamprogetti Site Project Control
Standard Procedure
- APPENDIX No 4 - Snamprogetti Standard Project Reporting
- APPENDIX No 5 - Project Control Organization
- APPENDIX No 6 - Snamprogetti Project Control Tools

FOREWARD

The management of a Project must be geared to the achievement of objectives.

The fulfilment of objectives is based on the capability to identify and quantify the various activities to be developed, to control the execution of the activities and to assign to the relevant parties the responsibilities for their execution. This means planning and control according to the following logical procedure:

- define the primary objectives of the Project;
- define the intermediate objectives;
- identify the activities to be developed, specifying the scope of work, the budget assigned, the execution time and responsibility;
- monitor the development of the work and identify the differences between the actual and the planned values;
- evaluate the impact of each variance and study the possible corrective actions;
- make decisions at the appropriate level of competence and responsibility.

1 PROJECT CONTROL CRITERIA

1.1. Basic Criteria

The Snamprogetti Project Control technique is based on the following criterias:

a) MANAGE THE PROJECT THROUGH SEVERAL LEVELS OF RESPONSIBILITY (Table 1)

In the case of a large and highly complex Project it is not possible, by means of a single description, to identify the basic activities within each of the production departments. It is therefore necessary to create further breakdowns, taking into account of:

- responsibility
- project breakdown.

The level of responsibility are linked to the organisation and management structure of the Project; the levels of Project breakdown will depend upon the complexity of the Project. Management of the Project through several levels of responsibility and breakdown makes it possible to:

- manage the objectives according to a hierarchical logic;
- examine the problems and make decisions at the right level of competence and responsibility;
- make all the operating structures responsible for the fulfilment of specific objectives;
- assure appropriate subdivision of the work taking account of activity sequences and interfaces.

In particular, the higher Project Management level establish the objectives and constraints for the lower levels, and receive synthetic information for the lower levels.

b) PLAN ENGINEERING ACTIVITIES TO FIT CONSTRUCTION REQUIREMENTS

The final objective is fulfilled on the Site through construction and start up.

Based on the start up and construction sequence and the cost/time optimisation of the relevant activities, the intermediate objectives towards which the engineering and procurement must be oriented are identified. According to this logic, the materials, documents and drawings are scheduled in relation to the sequence of their utilisation.

c) IDENTIFY WORK PACKAGES FOR THE OPERATING DEPARTMENTS

The work is planned, as previously mentioned, through several levels of breakdown and responsibility.

A characteristics of the project breakdown structure is that the higher level refers to macro - subdivision of the Project while, at lower breakdown levels, the work packages are constituted so as to match the working methods and organisation of the production departments. The Project is thus subdivided into smaller and smaller packages that are more and clearly defined and fit for being specifically assigned to the operating department responsible for its execution (Table 1 - level of breakdown 2). Moreover, a work package, at any of the different levels, is characterised by:

- scope of work, defined by quantitative parameters and desired technical quality requirements;
- economic budget;
- implementation time.

d) STUDY AND PLAN THE PROJECT THROUGH IDENTIFICATION AND CORRELATION OF THE WORK PROCESSES

The Snamprogetti model breaks down the Project into the basic work processes of which it is made up (these work processes are called management classes).

Once an overall analysis of the work processes has been made, the activities to be performed are assigned to the production departments, according to the specific requirements of the Project.

Thus the work is broken down into work processes and the interrelation between the work processes are adapted to the specific requirements.

1.2. Definitions

Target Function (TF)

Target Function means any interdisciplinary system such as a Plant or part of a Plant which is to be operationally complete on a given date.

Management Class

A management class is a category of work related to groups of homogeneous activities that have to be performed within established time, cost and quality limits.

Management classes are subdivisions so as to be single disciplines in the engineering department and construction works.

Management classes can cover the whole work cycle (basic design, detail, detail engineering, procurement, construction), or parts of same.

In this last case it is necessary to define unequivocally the classes upstream by which a class downstream is fed. They are classified as EMC (Engineering Management Class) and CMC (Construction Management Class).

Each management class qualified with quantities, scope of work, allowable execution time and economic resources forms a package of work to be assigned to the engineering or construction departments.

Examples of typical EMC's are: process P & I, pumps, compressors, one line diagram, layout, piping bulk material.

Construction Physical subdivision

The physical subdivisions are Target Function subsystems subdivided so as to make the construction activity sequential and rational. They are characterised by precise physical and layout limits, and are correlated to the materials or works that have to be erected or performed in an area, module or Section of a pipeline. They consist, relating to the Project field, in:

- Construction Areas, for conventional oil and petrochemical complexes;
- Modules, for offshore Projects;
- Sections of main pipelines, for pipeline Projects.

Construction Work Package

This is the work to be carried out by a subcontractor in a given Construction Physical Subdivision. It is fed by:

- drawings and instructions;
- materials and components necessary to the execution of the work.

1.3. Project Control Model Description (Planning Sequence)

A Project can be developed as a single unit or, if it is a complex one, it can be broken down into Subprojects, each of which is treated as a separated unit. The first consideration is the logical flow or sequence through each Subproject (or whole Project) to meet the Contractual objective, normally start-up.

Start-up is characterised by putting into service the hydraulic and electrical circuits, as well as the instrumentation loops, according to a functional logic.

The circuits or loops that fulfil an operating function are grouped so as to form a Target Function (Table 2).

The area or areas where the Target Functions are physically carried out can be identified by means of a block layout diagram. Such an area, or areas, can be subdivided into Construction Areas.

This constitutes a matrix, i.e. construction areas versus type of work, which identifies the Work Packages a subcontractor performs in a given area. Each work package is further broken down into the work processes that a subcontractor performs in an area. Work processes are termed Construction Management Classes in this Project Control Model. After optimising the Site activities, identifying in particular the execution sequence of the construction Work Packages, the engineering activities can be planned so as to feed sequentially each construction Work Package with the necessary material and drawings.

The engineering activities are developed through work processes defined as Engineering Management Classes (EMC).

These Engineering Management Classes are work packages that are assigned to the engineering structure.

Table 3 illustrates the composition and relationships of this Project Control System. After having defined the Target Functions, the relevant programs (Table 4) can be prepared in relation to:

- contractual delivery of the Project and, consequently, delivery of each Target Function;
- availability of resources and Site equipment;
- workload evaluation (man-hours and manpower loading schedule for each type of construction work).

The tentative programs are to be optimised taking the following factors into account:

- each subcontractor must operate sequentially without interruption of his activity in the various areas of a Target Function;
- there should be minimum overlapping between two different Work Packages (the work of one subcontractor must be substantially completed before the work of another subcontractor is commenced in the same area, so as to minimize interference and to maximise performance);
- the capacity of subcontractors onsite, considering all the Target Functions, must be maintained as constant as possible so as to minimize site and personnel displacement costs.

After the optimisation work, the following can be produced:

- work programs (time and loads) for each Target Function and for each subcontractor, indicating the commencement dates of each Work Package and, therefore, the date by which the materials and drawings for that Work Package are to be on Site (Table 4);
- the disbursement curves for each Target Function and for the whole Project which, when compared with the income curves, give a rough indication of the cash-flow.

1.4. Management Classes

Their characteristic elements are:

- logical network of the main activities (Table 5 shows the network of an EMC and correlation with the other management classes, in particular with the CMC);
- correlation and interface with the other management classes (based on these elements it is possible to develop in the shortest time the connection of events for the whole Project and so produce a tentative Project program);
- progress milestones of the activities, their percentage value and the model according to which the physical progress between two successive milestones is computed in relation to the work progress;
- models of typical disbursements (engineering costs, materials and transport costs, construction costs).
These elements serve to develop the disbursement curves and to compare them with the income curves (cash-flow);
- standard times for each of the basic activities shown in the management class network, normally expressed as a percentage of the available time;
- quantitative parameters significant for each management class (e.g. weight, volume, number, length, site and/or engineering hours). In the planning phase of a Project, the values of these parameters are determined according to a normal breakdown of the work and serve as the basis for all the computations, curves, indexes, etc. with regard to both durations and costs;
- cost breakdown, comprising engineering cost, material cost and transport cost.

The management classes are stored in a Data Bank; each of the elements characterising the management classes, such as milestones, milestone values, disbursement models, etc., can be extracted and modified Project by Project, in relation to the particular conditions of the work, market, Client, etc..

Table 6 shows a part of the list of Standard Management Classes used as well as the engineering department normally involved, the construction subcontractor normally assigned to execution the work and the connection between the Engineering Management Classes and the Construction Management Classes.

In particular, with the introduction and utilisation of management classes it should be noticed:

- the logic Network for the Project (for each Target Function) is simply and quick to be prepared since the classes are already interrelated. The logic Network activities can be adjusted, and if necessary compressed or expanded, following a step by step review of:
 - . critical paths;
 - . minimum technical durations;
- based on the logic Network and quantitative parameters included in the management classes, it can produce the:
 - . loads;
 - . scheduled physical progress;for every grouping (Project, Target Function, Work Packages, management class, Engineering department, subcontractor, etc.).
- accurate disbursement curves can also be prepared as they are based on disbursement models specifically studied for each management class.

1.5. Control

Control requires that the activities/events/materials, etc. be identified by codes so that they can be grouped if necessary. Tables 7 and 8 give the identification codes of the materials and components.

These codes define the activities/events/materials in connection with:

- Target Function
- Construction Area

Knowing the construction area and the subcontractor, the following are also assigned by automatic correlation:

- Construction Work Package, which makes it possible to identify the lot of materials within the Engineering Management Class.

The following are also identified automatically (unless a modification is expressly needed) as for the standard correlations shown in fig. 6:

- Engineering department concerned;
- Construction Management Class;
- Construction subcontractor;
- Other codes can be assigned according to the Project requirements, namely for material and activities grouping.

The coding system shown (by processing of data with an automation systems) helps to produce automatically reports covering each individual work package for every desired type of grouping (Project, Target Function, Work Package, etc.).

It should be noted, in particular, that by operating at several levels of responsibility:

- each variance is absorbed, in the first instance, at the level of origin;
- each variance is "projected" by means of a simulation programme, which brings out consequences in terms of time, cost and work load.

This simulation programme enables the department that is responsible for a variance to evaluate its consequence.

Normally variances have consequences on departments other than the one that originated it.

Hence, the department responsible for a variance tends to underrate its effects, not only because often it is not directly affected by them, but above all because it ignores the real consequences.

1.6. Reporting

Two types of report are produced: internal and external.

Internal reports are produced to support the decisions of the Project level of responsibility, and to report to Snamprogetti top management the Project status, so enabling management actions when required.

External reports are issued to properly inform the Client on the status of the Project; the content and format is agreed upon with each Client.

Normally the Project status report is issued monthly; however, following Client's requirements, weekly and/or fortnightly reports are available.

2. PROJECT CONTROL PROCEDURE

2.1. General

Project Control activities can be divided in two main phases: Planning phase and Control phase. Table PA1 gives an overall picture of the Project Control cycle, while table PA2 gives an overall idea of the detail of the schedules at various levels.

2.2. Planning Phase

In this phase the objectives are studied and clearly defined, the work is quantified, the organisation is set-up and proper strategies are defined to implement the Project according to contract/ Client requirements.

Snamprogetti utilises the following provisions:

- The Project Breakdown Structure (PBS); to break down the Project into manageable work units (management classes) properly quantified in term of quantity, cost, level of quality, etc.
- The Organisation Breakdown Structure (OBS); in order to define clearly the organisational element involved with the Project.
- The matrix Technique, to link OBS and WBS to assign work, defining responsibility and goals.

In addition, the planning activity is developed by levels of responsibility.

As shown in Table D, by this method the problems can be examined at the appropriate level of responsibility without overloading the Project Manager function.

Every level of responsibility has an integrated time/cost/ quality/approach.

The levels are linked in a hierarchy logic so as to enable the person responsible at that level to:

- make strategies and give directions during planning phase
- control and make decisions about occurred variances, during the implementation phase.

the planning levels are normally fixed according to the following functional objectives:

- to plan and control the Project as a whole
- to plan and control at an interdisciplinary level the main objectives of the Project
- to plan and control at a monodisciplinary level the production and/or construction activities.

Lastly it should be recalled, as stated in Table PA 3, that each planning level:

- establishes the constraints to develop the downstream levels
- receives information from the lower level for aggregation during the implementation phase
- must be reconfirmed after having developed the lower level to check the consistency and feasibility of the objectives.

Responsible PROJECT MANAGER

Is the level where the Project Manager defines major strategies taking into consideration contract and Client requirements.

Major activities performed are:

- define all procedures;
- set up the Project Breakdown Structure (PBS)
- set up the Organization Breakdown Structure (OBS);
- define the interfaces of all parties involved in the Project
- define intermediate goals and milestones of the Project;
- define tools required for the Project.

Documents, relevant to Project Control, issued at this level are:

- Project Control Procedure; (*)
- Project Breakdown Structure;
- Criticality Report;
- Project Budget; (not presented in case of lump sum contract)
- Project Overall Summary Schedule; (example in TABLE PB1)
- Project Overall Baselines (PB2)
- Project Overall Work Load; (not presented in case of lump sum contract) (PB3)
- Management front end.

① INCLUDES :

- CHANGE ORDER PROCEDURE
- REPORTING PROCEDURE
- ACCOUNTING / INVOICING PROCEDURES

Responsible PROJECT MANAGER

Having as input the strategies defined at level 0, further intermediate objectives are defined developing a program for each Target Function (TAF), analysing the relations between all major components of the Project.

The objective is, at level 1, the optimisation for the whole Project cycle i.e. engineering, procurement, transportation, construction and commissioning in respect of manpower, costs, subcontracting strategy and tools.

The major activities to be performed are (see TABLE PC1):

- develop a program for each Target Function
- estimate the quantities to be worked at construction site
- estimate the standard man-hours for construction activities
- plan the work load of construction activities
- estimate the man-hours for home office activities
- plan the work load of home office activities
- plan the expenditures
- define the cash flow
- point out a subcontracting strategy
- carry out a Client oriented expenditure plan using Contract price data and according to Contract conditions.

The document issued at this level are:

- programs, using network analysis, for each Target Function (TABLE PC2, PC3)
- construction work load (level 1 Baseline); (TABLE PC5)
- home office work load (level 1 Baseline); (TABLE PC4)
- contractor cash-flow; (not presented in case of lump sum contract)
- subcontracting plan;
- baselines having as a basis the same criteria that will be used for progress measurement. (TABLE PC6)

2.2.3. Level 2

Responsibles:

- PROJECT ENGINEERING MANAGER, specifically for engineering activities
- RESIDENT MANAGER, specifically for site construction activities.

The Project Breakdown Structure is further detailed breaking down each Target Function into Construction Areas and management classes (as presented in TABLE 1).

The overall programs are developed at this level of detail.

Major activities performed are (refer to TABLES PD1 and PD2):

- breakdown of each Target Function into Construction Areas;
- estimate the quantities to be erected for each Construction Area;
- estimate the Standard Man-hours for each Construction Area;
- develop the Work Package plan;
- define the Engineering Management Classes that feed each Work Package (in term of duration of activities, relevant quantities and costs);
- develop the first tentative Engineering, Procurement, Construction (EPC) schedule, where critical activities are presented;
- negotiate the required engagement with the involved Project Specialist Leaders (PSL), in order to make proper actions to solve ipercritical problems;
- finalise EPC schedule as a level 2 Baseline;
- analyse the impact on expenditures;
- analyse the consistency with level 1;
- transfer planned dates into Project Data Base.

The documents issued at this level are:

- Construction Areas list with relevant dictionary;
- list of Work Packages;
- level 2 program (TABLES PD3 and PD4)
- Work Packages plan with the relevant workload; (TABLE PD5)
- list of Engineering Management Classes for each Target Function (TAF) , and relevant data;
- level 2 Cash-flow; (not presented in case of lump sum contract)
- level 2 Project Baselines;
- level 0 and 1 Project Baselines as aggregation of level 2 data.

Responsibles

Engineering activities: PROJECT SPECIALIST LEADERS
(PSL)

Construction activities: SUBCONTRACT MANAGERS (SCM)

The level 3 schedules for engineering activities are developed only for selected management classes where level 2 schedules are not considered to be of a sufficient detail to control the progress of the Project.

The level 3 schedules for construction activities are normally worked out because they become the working tools to manage site construction activities.

These level 3 schedules have the proper codes in order to be aggregated to level 2; this allows development of engineering activities and site activities schedules separately after having defined the relevant interfaces at level 2.

2.2.5. Project Baseline

At the end of the planning stage, previously described, all the Project Baselines are available in term of:

- Project Schedules
- Control Curves
- Project Data Base filled with all deliverables and the relevant planned dates.

Based on the proceeding, the control phase can now take place.

During the Project Control phase, the control activity essentially comprises the checking that the work is performed according to the baselines defined during the planning phase, identifying possible variances, and in particular:

- timely identification of variance (at its source);
- examination of variance (projection wherever consequences are expected);
- study of corrective measures to make appropriate decisions with a view to absorb the variances as far as possible inside each operating system.

The following actions will be performed for successful Project control during the control phase:

- timely assessment of physical progress and actual costs
- frequent comparison of progress and expenditure with schedules and budgeted costs;
- monitor and evaluate events for which individuals are personally accountable;
- control events as defined by Project plans to achieve maximum accuracy and timelessness in detecting significant variances;
- re-evaluate periodically the schedule and cost to complete the remaining work;
- regulate any variation in the scope of work by variation orders.

The following is a description of major steps:

- data gathering and progress assessment
- calculation of performance factors and variances
- data analysis and variance identification
- reporting.

2.3.1. Data gathering and progress assessment

The objective is to determine actual data and expected data completion on the Project in progress.

These data compared with those scheduled allow management to have a complete status on Project progress and to verify the cause of variances. These data may results from a comparison between planned and actual events or from calculated progress.

Data can be gathered in various forms according to the methods used but it is fundamental that the criteria adopted to issue the baselines be the same used during control phase.

Data collected are:

- Physical Progress (BCWP)
A Snamprogetti standard method is available; however Client requirements may mean the use of other recognised available methods.
- Man-hours spent, actual costs (ACWP)
They are collected using proven standard procedures.
- Expected man-hours and costs at completion data (EAC)
They are also collected using proven standard procedure.

2.3.2. Calculation of performance factors and variances

When the data previously described is gathered, the calculations summarized in the following charts will enable proper control of the Project.

TABLE CA gives an overall picture on the methodology used to control Engineering Activities
TABLE CB gives an overall picture on the methodology used to control the procurement of materials

TABLE CC gives an overall picture on the methodology used to control Transportation activities

TABLE CD gives an overall picture on the methodology used to control Construction Activities

At this point of the control of the Project, all data concerning:

Baseline (BCWS)

Actual (ACWP)

Actual referred to baseline (BCWP)

Expected at completion (EAC)

Performance indexes past (CPIp)

Performance indexes future (CPIf)

are available and, as a consequence, the analysis on Project current status can be carried out.

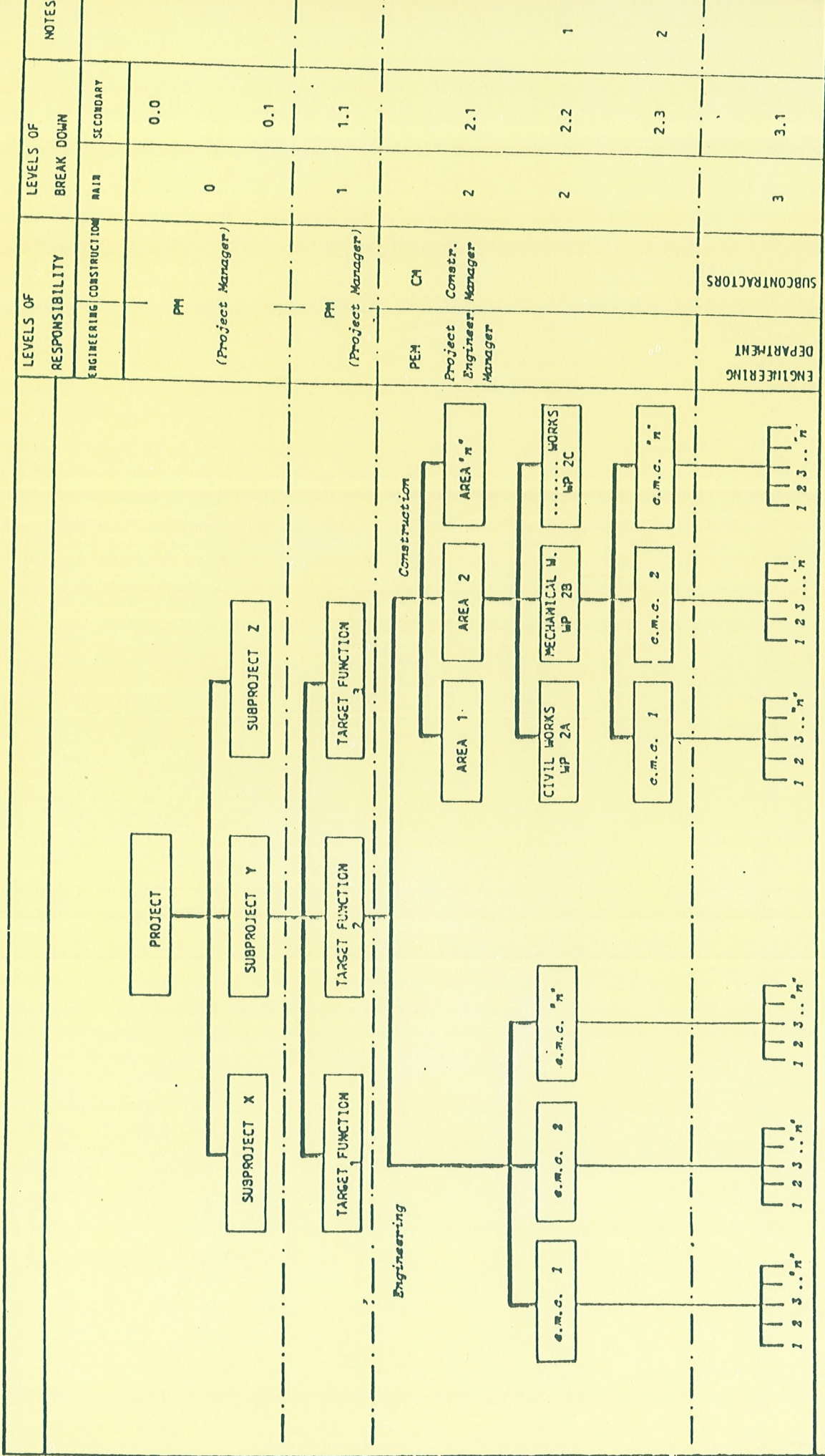
Variance identification means comparing events, results and trends (i.e. progress and characteristics indexes) with those determined at the planning stage; in other words each variance must be managed and not merely recorded.

TABLE CE shows the functional/decision making model adopted by Snamprogetti.

In particular, it should be noted that:

- each variance is absorbed in the first instance at the level at which it arose;
- when a variance is such to modify the limits of time and cost of the level to which the event of the component belongs, this is reported to the higher level even if, after being identified, the variance has been absorbed;
- when a variance is identified with respect to the limits of the level to which it belongs, the variance is projected by a simulation model that determines the consequences in terms of time and cost, with reference to the network and the interactions with the other levels.

The analysis of such consequences makes it possible for decision-makers to become fully aware of the magnitude of the variance and to take appropriate action, which must be supported by a specific document.



NOTES :

1. Level of the overall Construction Planning
2. At the initial Planning Stage c.m.c. are specified only as Process of work and not related to their specific quantities

Legend :

- e.m.c. = engineering management class
- c.m.c. = construction management class

TABLE 1

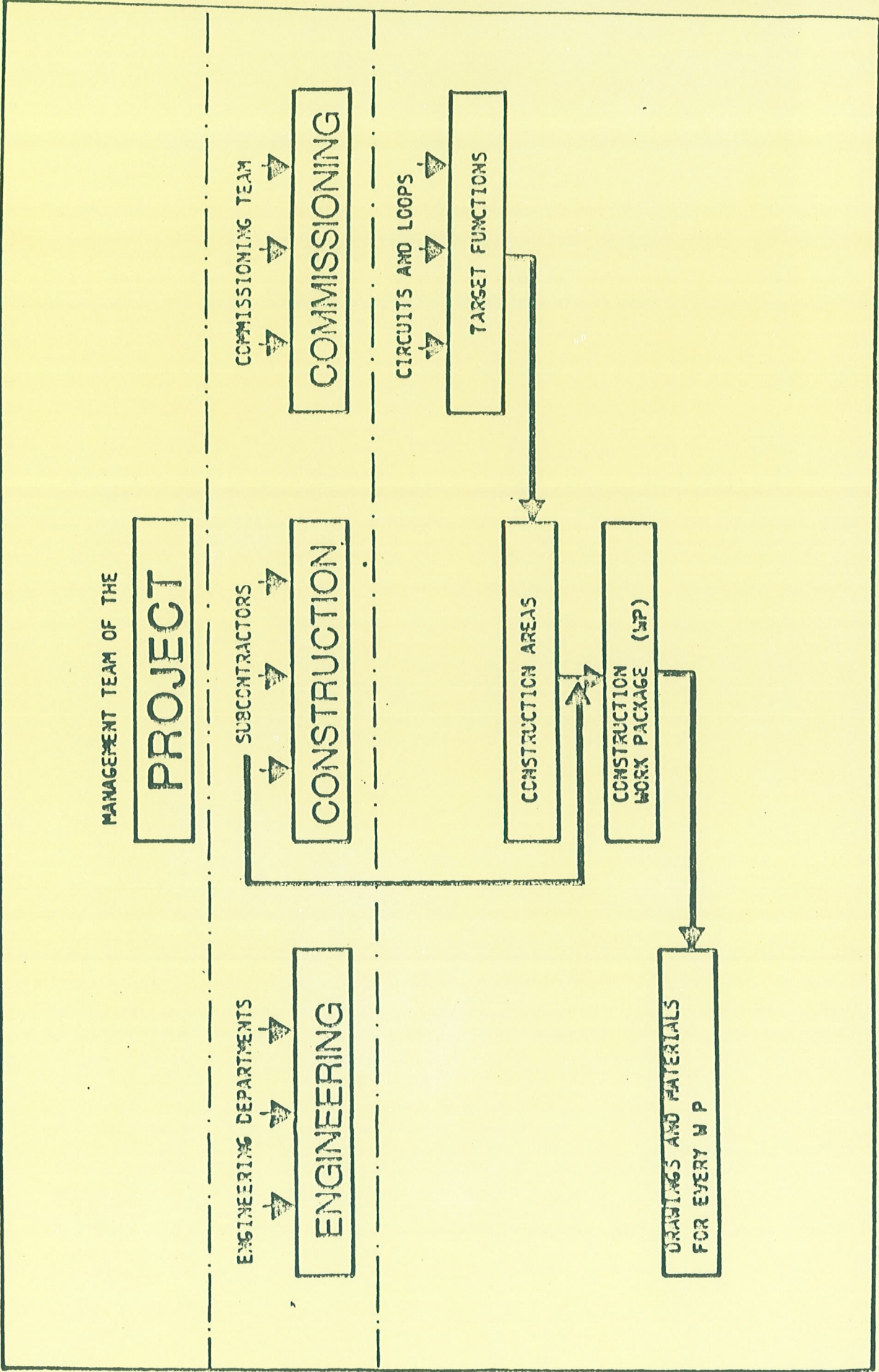


TABLE 2

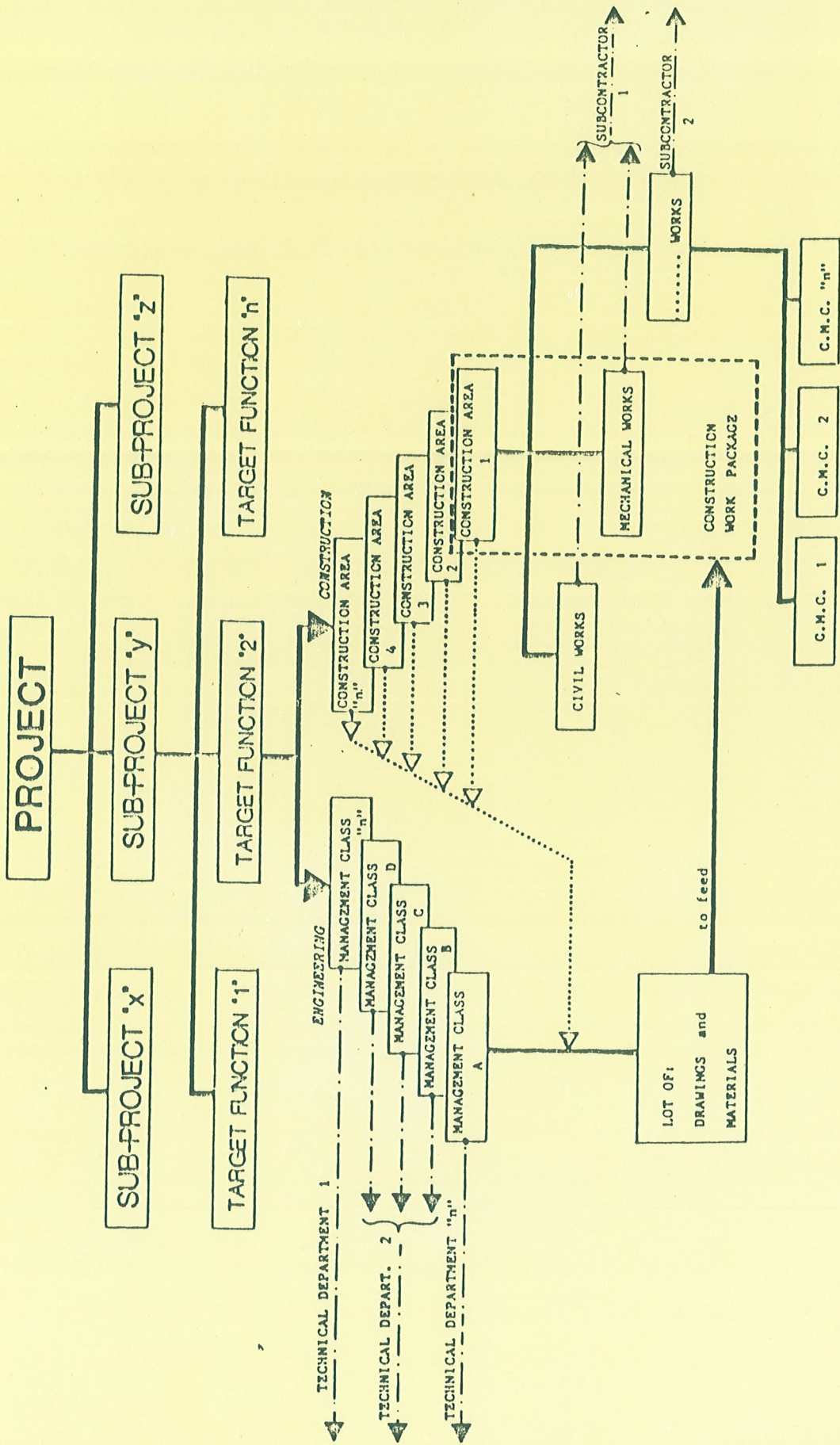
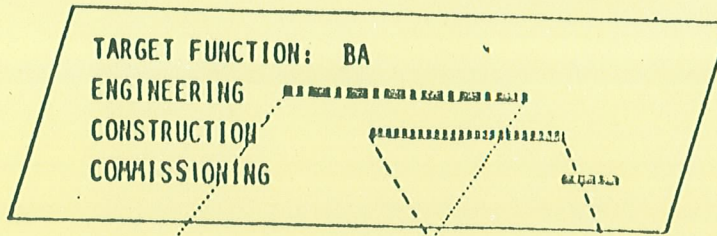


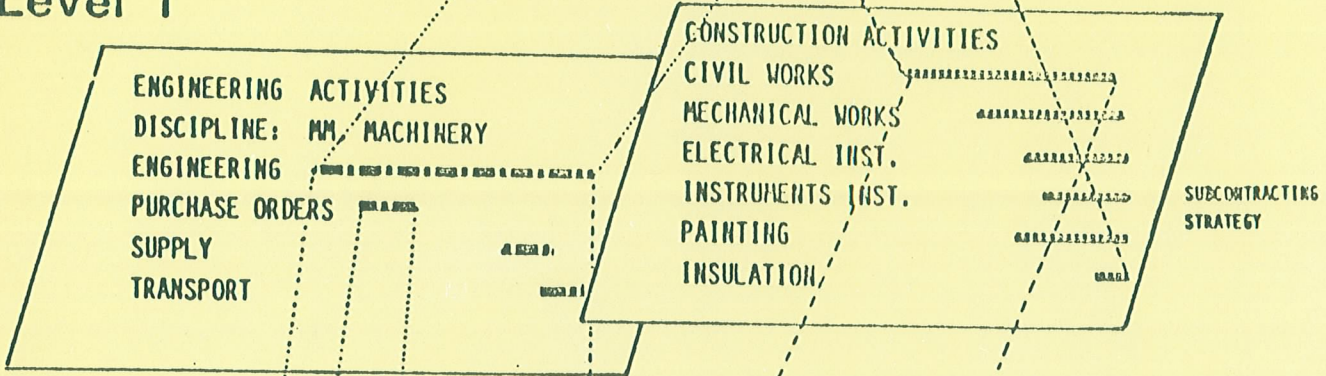
TABLE 3

APPROACH TO BREAKDOWN LEVELS

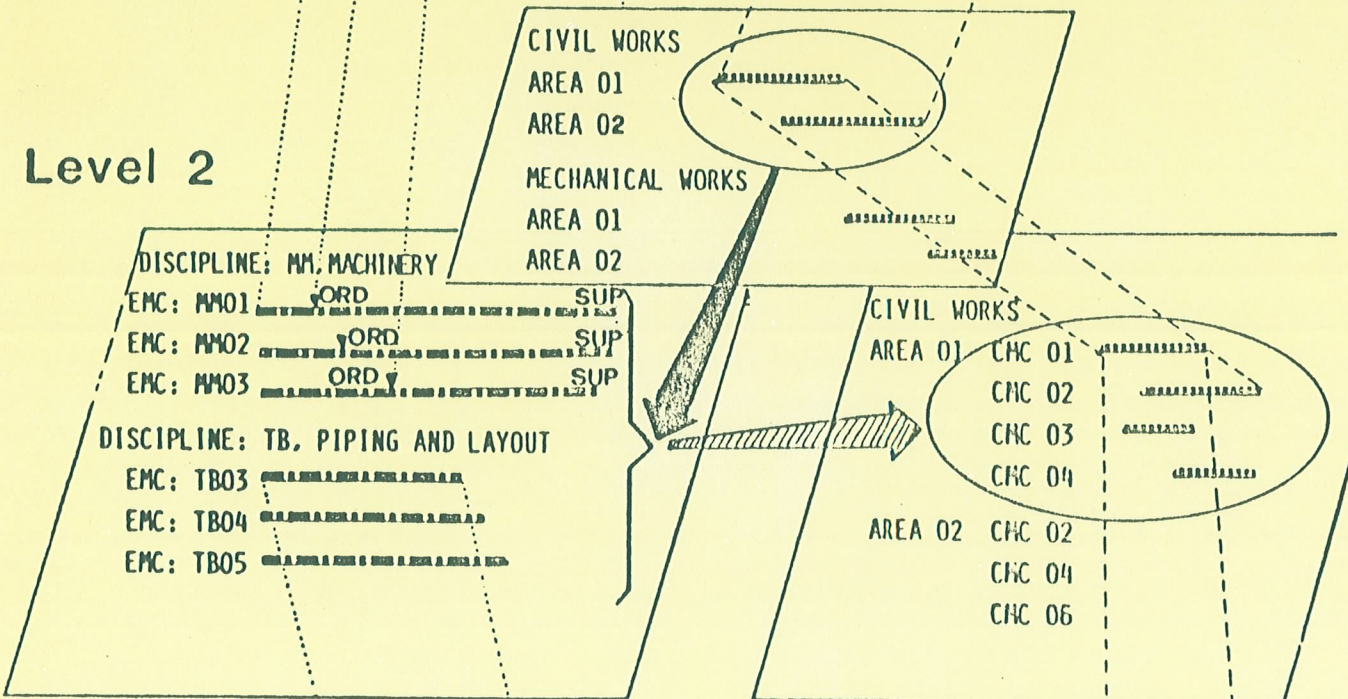
Level 0



Level 1



Level 2



Level 3

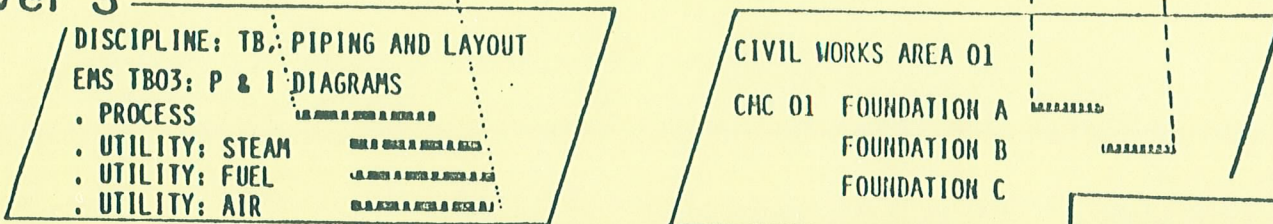


TABLE PA2

ENGINEERING ACTIVITIES

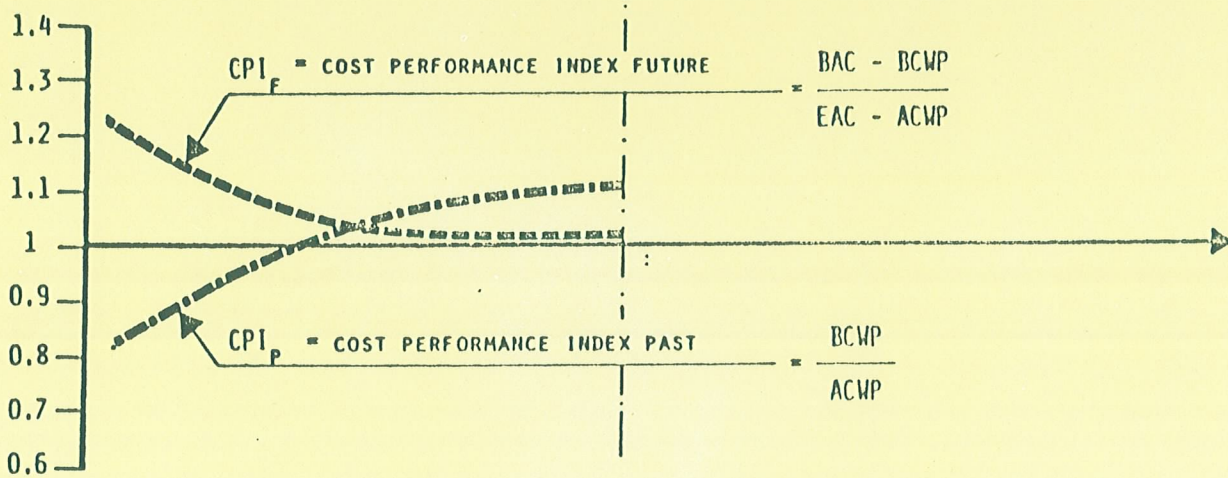
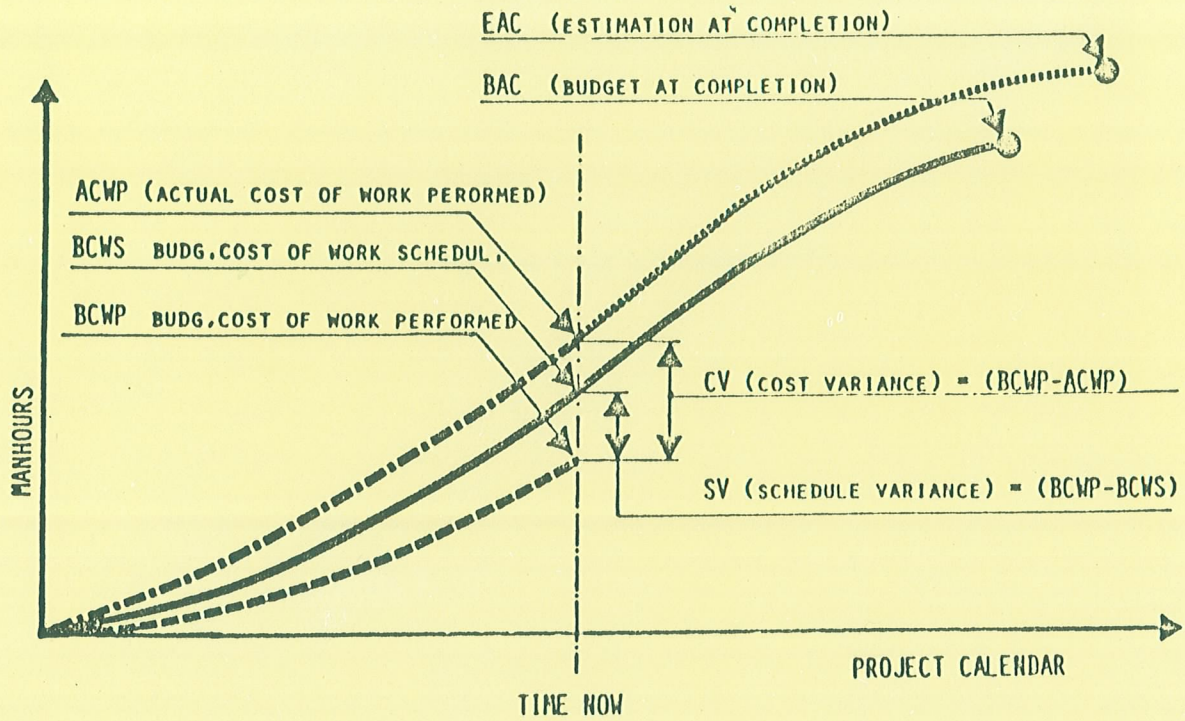


TABLE CA

Lotus

1-2-3

Table of Contents

1. THE 123 WORKSHEET.....	1
1.1. INTRODUCTION.....	1
1.2. CREATION.....	1
1.2.1. CONTROL PANEL, MODE, BORDER.....	2
1.2.2. TYPES OF DATA.....	3
1.2.3. ENTERING DATA.....	4
1.2.4. SAVING THE WORKSHEET.....	4
1.2.5. LEAVING 1-2-3.....	5
1.3. FUNCTIONS AND FORMULAS.....	5
1.3.1. SAMPLE WORKSHEETS.....	5
1.4. FORMATTING THE WORKSHEET.....	9
1.4.1. FORMATTING COLUMNS.....	10
1.4.2. FORMATTING ENTIRE WORKSHEET.....	10
1.4.3. CREATING FIXED TITLES.....	11
1.4.4. WINDOWS.....	11
1.5. RANGES.....	11
1.5.1. DEFINITION.....	11
1.5.2. RANGES IN FORMULAS & COMMANDS.....	11
1.5.3. NAMING RANGES.....	12
1.6. COPYING.....	12
1.6.1. COPYING DATA.....	13
1.6.2. COPYING FORMULAS.....	13
1.7. EDITING.....	14
1.7.1. EDITING SINGLE CELLS.....	14
1.7.2. EDITING ROWS AND COLUMNS.....	15
1.7.3. ERASING RANGES.....	15
1.7.4. MOVING PARTS OF WORKSHEET.....	15
1.7.5. STATUS.....	15
1.8. PRINTING.....	16
2. 1-2-3 GRAPHICS.....	17
2.1. CREATION.....	17
2.1.1. DEFINING DATA.....	17
2.1.2. NAMING.....	18
2.1.3. FORMATTING.....	18
2.1.4. SAVING.....	19
2.2. PRINTING.....	20
2.2.1. PRINTGRAPH.....	20

3. DATABASE.....	21
3.1. DATABASE MANAGEMENT.....	21
3.1.1. DEFINITION.....	21
3.1.2. CREATION.....	22
3.2. SORTING.....	22
3.3. SEARCHING.....	23
4. 1-2-3 MACROS.....	24
4.1. SIMPLE MACROS.....	24
4.1.1. KEYSTROKES.....	25
4.1.2. DEBUGGING.....	26
4.2. PROGRAMMING.....	26

INTRODUCTION TO LOTUS 1-2-3

1) THE 123 WORKSHEET

1.1) INTRODUCTION

Lotus 1-2-3 is one of the most useful and used microcomputer programs on the market today.

1-2-3 combines electronic spreadsheet, graphics and database.

As a spreadsheet it allows for powerful built-in calculations for business, statistics and trigonometry, rapid development of financial models and automated "what-if" scenarios.

As a graphics package, it provides graphs of any data in a worksheet, and finally as a database, 1-2-3 provides sorting and searching capabilities to instantly organize and retrieve information.

1.2) CREATION

The worksheet has rows and columns of cells and each row and column title provides an address for each cell. cells can be filled with any type of information: numbers, formulas etc.

The worksheet has 256 columns and 8192 rows but computer's screen can not, at any time, display all of the worksheet so what you see on the display is a portion of the worksheet, however you can move around the worksheet by giving the proper command.

A1:

READY

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	XXXXXXXX							
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

Starting 1-2-3

To start the program type

1-2-3

[enter]

* CONTROL PANEL, MODE, BORDER

When 1-2-3 is started the upper-left corner of the worksheet is displayed on screen, the areas that can be seen are:

Control panel

cell pointer location
cell content
data entered
menus of options
explanation of each menu (or sub-menu)

Mode

e.g READY

Borders

top row A to IV
left column 1 to 8192

Time and date

KEY DEFINITION

KEY	ACTION
LEFT	moves left one cell
RIGHT	moves right one cell
UP	moves up one cell
DOWN	moves down one cell
BIG LEFT	moves left one screen
BIG RIGHT	moves right one screen
PAGE UP	moves up one screen
PAGE DOWN	moves down one screen
HOME	moves to upper-left cell
GOTO	moves to address given
/(SLASH)	the menu mode

Now practice moving around worksheet

practice with menus and sub-menus

the ESCape key always takes you back one stage so whenever you are in doubt use the ESC key.

Enter some data into any cell then use /Range Erase command to erase the cell content.

Press F1 to get help at any stage, again ESC takes you out of help back to main program

* TYPES OF DATA

Data types are:

- numbers
- labels
- formulas

Numbers begin with a numeric character (0 to 9), a plus sign, a minus sign, a decimal or a dollar sign.
numbers can not contain comma or space

Examples

Valid	invalid
.99	.99.1
1234	1,234
123.45	A 123.45
-999.99	312 34
1.2E+05	64K
\$123.45	

Labels are specified by making sure that the first character is NOT one of the characters used to specify a number.

If the first character must be a number then we use a label prefix i.e:

- ' Apostrophe left justifies in the cell
- " Quotation right justifies in the cell
- ^ Caret centers a label
- \ Backslash repeats the label in a cell

Examples.

Valid	Invalid
Jan 1,1987	1/1/83
'123 A St	123 A st
Interest	-Interest

Formulas contain cell references, and arithmetic operators.

Operators are:

- () parentheses
- ^ exponination
- subtraction
- * multiplication
- / division
- + addition

Examples

Valid

Invalid

+A1+A2
(c3+c4)*2
10+10

A1+A2
(c3+c4) *2
'10+10

* ENTERING DATA

- 1) Position the cell pointer into the cell where data will appear
- 2) Type the data
- 3) Press the [return] key, or an arrow key

Example

Enter the following in the worksheet.

	A	B	C	D
1	Reza	100	90	(B1+C1)/2
2	Majid	90	80	(B2+C2)/2
3	Taghi	100	95	(B3+C3)/2
4	Mehdi	75	80	(B4+C4)/2
5	Ali	85	65	(B5+C5)/2

Now change any of the data in columns B or C and see the difference in the worksheet.

* SAVING THE WORKSHEET

If there is a power failure or you exit 1-2-3 without saving the spreadsheet it is gone for good so it is a good practice to save your worksheet at regular intervals, to save the worksheet you just created follow the steps:

Enter /FS
give a filename e.g GRADES [enter]

If a file with the same filename already exists 1-2-3 will ask:

Cancel Replace
Cancel command-Leave existing file in place

* LEAVING 1-2-3

When you have finished creating and saving your worksheet to leave 1-2-3 type:

/Q [enter]
Y [enter]

1.3) FUNCTIONS AND FORMULAS

Move the cell pointer to any blank cell and enter
@SQRT.(9) [enter]

The result will be 3, this is an example of a function, all functions start with @ sign the name of function and inside the parentheses the argument (in this case the argument is 9). The argument can be another cell's value, for example if cell A1 contains number 64 then:

@SQRT(A1)

will display 8, the square root of 64.

Arguments need not be a single cell, some examples are

@SQRT(A1+A2)	square root of A1+A2
@SUM(A1..A5)	sum of "all values between A1 to A5"
@AVG(A1..A5)	average of "all values in A1 to A5"
@SQRT(@ABS(A1+A2))	another function is an argument
@ABS(@SUM(A1..A5)+67/4)	and more complicated

* SAMPLE WORKSHEETS

A) Loan-Analysis

In this example we use one of the financial functions which is:

@PMT(principal, interest,n)

The @PMT function calculates the individual payments on a loan with known principal, interest rate and term.

	A	B	C	D	E
1	principal=				
2	interest=				
3					
4	term(years)				
5					
6	1		@PMT(B1,B2/12,A6*12)		
7	2		@PMT(B1,B2/12,A7*12)		
8	3		@PMT(B1,B2/12,A8*12)		
9	4		@PMT(B1,B2/12,A9*12)		
10	5		@PMT(B1,B2/12,A10*12)		

In the above example all you need to do is enter different values for principal and interest and instantly see the monthly payments that should be made.

B) Class-Grades (students workshop)

Going back to our example of class-grades we want to create a worksheet that is similar but with more calculation, in this worksheet we use following functions:

@AVG(range)	returns the average of the range
@MAX(range)	displays the maximum number in range
@MIN(range)	displays the minimum number in range
@STD(range)	returns the standard deviation of the range

an example of the range is (B1..B6)

A	B	C	D	E
1 Reza				@AVG(B1..D1)
2 Majid				@AVG(B2..D2)
3 Taghi				@AVG(B3..D3)
4 Ali				@AVG(B4..D4)
5 Mehdi				@AVG(B5..D5)
6 Hassan				@AVG(B6..D6)
7				
8 Average	@AVG(B1..B6)	
9				
10 High	@MAX(B1..B6)	
11 Low	@MIN(B1..B6)	
12				
13 SD	@STD(B1..B6)	
14				
15				

After creating the worksheet enter student's scores and the results are displayed instantly.

Save the worksheet with the name CLASS1

C) Income Tax

This is an example of 1-2-3's ability to look up data in a table. In this example we use a new function:

@VLOOKUP(x,range,offset): look up the value of x in the specified range and returns the value in the range "offset" number of columns to the right. if x is a value between two numbers in the range, the function selects the LESSER of the two possible values.

	A	B	C	D
1	taxable	tax	plus	
2	income	Owed	Over	
3	-----			
4	40000	0	0.06	
5	50000	600	0.08	
6	60000	1400	0.12	
7	70000	2600	0.2	
8	90000	6600	0.3	
9	150000	24600	0.4	
10	200000	44600	0.5	
11				
12				
13				
14				
15				
16	Income:			←----- Enter income here
17	Base Owed:	@VLOOKUP(B16,A4..C10,1)		
18	Plus:	+B16-@VLOOKUP(B16,A4..C10,0)		
19	Percent:	@VLOOKUP(B16,A4..C10,2)		
20	Total tax:	+B17+(B18*B19)		

SUMMARY OF FUNCTIONS

A) Mathematical Functions

@SUM(range)	Returns the sum of a group of numbers specified in the range e.g @SUM(A1..A25)
@AVG(range)	Returns the average of a group of numbers (including zeros) e.g @AVG(A1..Z1)
@ABS(x)	Returns the absolute value of a number or a single cell e.g @ABS(B2)
@ROUND(x,places)	Rounds the value to the number of places specified e.g @ROUND(9.129,2)
@INT(x)	Removes the decimal portion of the number e.g if cell B1 contains 1.2345 then @INT(B1) returns 1
@RAND	Returns a random number between 0 & 1 and does not use an argument
@SQRT(x)	Displays the square root of a number e.g @SQRT(x)

B) Statistical Functions

@COUNT(range)	Counts how many non-blank cells there are in a range of cells e.g @COUNT(A1..A10) will return 10 if all these cells are filled
@STD(range)	Returns the standard deviation of a range of numbers e.g @STD(Z1..Z28)
@MIN(range)	Returns the smallest number within a range of cells
@MAX(range)	Returns the greatest number in a series of numbers e.g @MAX(A1..A20)

C) Trigonometric Functions

@COS(x)	Returns the cosine in Radians e.g @COS(E2)
@SIN(x)	Calculates the sine of x e.g SIN(B3)
@TAN(x)	Returns the tangent as an angle in Radians e.g @TAN(C3)

D) Logical Functions

The logical functions are used to make decisions within the worksheet. The IF function allows you to use a number of logical operators for making decisions.

=	.Equal
<	Less than
<=	Less than or equal
>	Greater than
>=	Greater than or equal
<>	Not equal
#NOT#	Not
#AND#	And
#OR#	Or

@IF(Condition,True,false) If the value of condition is true the first argument is selected otherwise the second argument is selected

Example:

@IF(B4<>C4,A1,A2) if B4's content do not equal C4's
 content display the contents of A1
 else display contents of A2

@IF(B4>1&AND&C4>1,A1,A2) Using the &AND& operator

@IF(B4>4&OR&C4>1,A1,A2) Using &OR& operator

1.4) FORMATTING THE WORKSHEET

Earlier we used the /FS command to save a worksheet, Now we do the same using another method:

- typing /(slash) always brings up the main menu with following options:

WORKSHEET Range Copy Move File Print Graph Data Quit
Global, Insert, Delete, Column-width, Erase, Titles, Window, Status

-Press the right-arrow key until the FILE option is highlighted, pressing [return] will choose this option and the menu changes to:

RETRIEVE Save Combine Xtract Erase List Import Directory
Erase the worksheet and read a worksheet file

where the second line is the explanation of highlighted option

-Now to choose SAVE option press right-arrow key once and then press [return], 1-2-3 the will ask:

Enter save file name:

Also any existing file names are displayed below this prompt.

So as you see there are two methods of working with commands either you type / and then the first letter of subsequent commands or type / and then choose options using arrow keys.

When using commands remember the following points:

- A) A command always begins with a /(slash)
- B) Commands do not appear in cells
- C) The pointer at top-right of screen changes to MENU when you are in command mode.
- D) Commands are arranged hierarchically in menus
- E) To go back one step we can use ESCape key

* formatting columns

There are several ways to format a column, the simplest is to define a new width for the column to do so:

Position the pointer in the column you want to format

type the command /WC

at this point 1-2-3 will display:

Enter column width(1..240):9

Now you can type in the new column width, say 20 [Enter]

Or just press the right-arrow key until the column is as wide as you wish.

The other option in /WC menu is Reset, if you use this option the column-width will be reset to initial width.

We can also format the way that labels or numbers will appear in a column, labels in any cell can be left-justified, right-justified or centered:

Type in the command /RL

Select an option from the menu: Left, Right, Centered

Specify the range

There are several options to change the format of a number, for example to use the currency format:

Select the /RF

Move the pointer to Currency option and [Enter]

1-2-3 will ask: Enter number of decimal places(0..15):2

Now you can change the number of decimal places

then 1-2-3 will ask: Enter range to format: XX..XX

Specify the range of numbers to be formatted

* Formatting entire worksheet

In formatting the entire worksheet as with single columns you can format column widths, label justification and number displays, and the format chosen will apply to all of the worksheet

* Creating fixed titles

With large worksheets when you move around it becomes difficult to read the screen because titles as well as data cells move off the screen. To get over this problem you can use the TITLES command:

-Type in the command /WT

-1-2-3 will display four options

Horizontal Vertical Both Clear

The cell pointer must be just below and right of the row and column that you want to keep on the screen as your titles, now choose one of the first three options. Once you are finished with the use of the specified option entering /WT and then choosing Clear option will get you out of the title mode.

* Windows

Another way to format the screen is to split it into two separate screens. In this case you can either split the screen horizontally or vertically. for this purpose:

- move the cell pointer where you want to split the screen
- type in /WW (Worksheet/Window)
- select an option (Horizontal or Vertical) and [enter]
- Pressing F6 will change the active window

1.5) Ranges

* Definition

We have already used ranges, a range is simply a rectangular collection of cells. The smallest possible range is a single cell, and the largest possible range is the entire worksheet.

* Ranges in formulas & commands

To have a better understanding of using ranges in formulas and commands consider the following example:

- Enter ten numbers in the cells A1 to A10
- Position cell pointer in cell A12 and type first part of a sum formula i.e @SUM(
-Now press up-arrow key until cell pointer is in A1, the formula now looks like
@SUM(A1
-Press the period key and then press the down-arrow key 9 times, at this point you can see that the specified range is highlighted on screen and the formula looks like
@SUM(A1..A10
-Now close the parentheses and press the RETURN key

The above is one way of entering ranges into a formula, you could have typed the formula directly as well.

To practice use of ranges in commands, position the cell pointer in cell A1 and using the command Range-Format-Fixed try to format the cells in the range A1 to A10 using the 'drawing' of the range as in the above example (select 2 decimal places for the format)

NOTE:

The Escape key always cancels a range and gets you back to the original cell so if, at any time, you have problems with a range use Escape key.

* Naming ranges

Now you are familiar with ranges, in this section we learn to give a range a specified name instead of pointing to it every time that we need to work with it.

-First place the cell pointer in cell A1 (with the same numbers in cells A1 through A10)

-Select /RNC (Range Name Create), 1-2-3 will ask:

Enter name:

just type TEST1

-Now 1-2-3 will ask you to specify a range , press the End key followed by down-arrow key. this will draw the range down to cell A10

-Press the RETURN key

-Position cell pointer in cell B11 and type the formula

@AVG (TEST1)

and notice the result.

A range name can be up to 15 characters long and should not contain any special characters

You can "undo" ranges in two ways, to delete one range name use

/RND (Range Name Delete)

to delete all range names in a worksheet use

/RNR (Range Name Reset)

Now do an exercise with deleting the range name TEST1

1.6) Copying

* Copying data

In this part we do an exercise to familiar with the copying option

-Start with a blank worksheet and enter in cell c5 a zero

-choose /C (COPY) option at this point 1-2-3 will ask:

Enter range to copy FROM:.....

-since your cell pointer is in cell c5 accept the default and enter

-then 1-2-3 will ask:

Enter the range to copy TO:C1..C1

-Now press the right-arrow key 3 times expanding the cell pointer to cell F5 and hit return key.

-Now follow the same procedure to copy from C5 to the range C8..F18 (in this case keep in mind that after the pointer is moved to cell C8 you must use the pointer key to anchor the range in C8)
Also instead of using the arrow keys you can directly enter the desired range from the keyboard, just type the range and hit return

Copying labels is the same as Numbers. Simply position the cell pointer to the cell you want to copy, select the /C Command, and define the FROM and TO copy ranges.

-Position the cell pointer in cell C3 and enter \= (using \ copies the character '=' throughout the cell), Now use /C Command to copy this cell in the range D3..G3 and also in the range C19..G19

* Copying formulas

Before we start with our exercise of this section complete the worksheet you have been working on by entering the relevant labels as shown below:

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2			Qtr1	Qtr2	Qtr3	Qtr4	Total
3			=====				
4		Cash Receipts					
5		Sales	0	0	0	0	
6							
7		Cash Disbursements					
8		ST&B	0	0	0	0	
9		Acct&Legal	0	0	0	0	
10		Advertising					
11		Rent					
12		Inventory					
13		Office Equip					
14		Utilities					
15		Postage					
16		Shipping Mtrls					
17		Misc					
18		Taxes					
19		=====					
20		CASH FLOW					

Now to get the total of the four quarters in the TOTAL column, place the cell pointer in cell G5 and enter:

@SUM(C5..F5)

Next select /C, the control panel asks:

Enter range to copy FROM:G5..G5

Hit return to accept the choice, the next request is:

Enter range to Copy TO:G5

Press the down arrow key to position the cell pointer in cell G7, press the period key (.), then stretch the cell pointer to cell G18 and hit RETURN.

To see the effect of copying use /WGFT(Worksheet Global Format Text) this command displays the actual formulas rather than their value.

Enter the following formula in cell C20 and copy the formula to cells D20 to G20.

+C5-(@SUM(C7..C18))

Save the worksheet with the name EXPENSES.

1.7) Editing

At various stages of developing a worksheet and also when a worksheet is completed you may need to change the contents of a cell or a range of cells, 1-2-3 has provided many capabilities for editing a worksheet.

* Editing single cells

If at any time you press the Edit key(F2), or if you type a mistake into a cell 1-2-3 enters into the Edit mode, in this mode you may use the following keys

Backspace	Moves back and erases a character
Del	Erase character
Esc	Erase the entire entry
Home	Move curser to first character
End	Move Curser to Last character
Left-arrow	Move left one character
Right-arrow	Move right one character

If the entry is short you can alternatively Re type the whole of cell content.

* Editing rows and columns

There are many features in 1-2-3 that allows one to edit a row or a column, in this section we shall see two possibilities i.e Insertion and Deletion.

First display the EXPENSES worksheet.

Suppose you want to add a row for printing costs above the postage costs, to do so just place the cursor at the cell Postage then:

-Select /WI (Worksheet Insert)

-1-2-3 asks you if you wish to insert a column or a row, select row

-Now 1-2-3 asks:

Enter row insert range:

You could insert a few rows at one time for this exercise, however, just hit Return

-Now you can add the "Printing" cost as well, notice that all other formulas in the worksheet are modified accordingly.

After you have examined the worksheet you can use the /WD command to delete the row which was inserted.

* Erasing ranges

Just as you could erase the whole of a worksheet, if you wish you can erase parts of a worksheet using the command /RE (Range Erase) and then specifying the range that you wish to erase. Erase the value region that you used in EXPENSES and try the worksheet with some new values

* Moving parts of worksheet

To move parts of the worksheet around all you need to do is to select /M (Move) command then specify the range that you intend to move and also the destination that the range is to move to. Basically keep in mind that the Move procedure is the same as 'copy' only the initial range will be removed or erased from the worksheet when you use 'Move' Command.

* Status

1-2-3 has a built-in command that will display the status of various parameters of a worksheet. Simply type in the /WS (Worksheet Status) and press RETURN. the current status of the worksheet will be displayed on the screen.

1.8) Printing

To keep a permanent copy of your worksheet you need to print your worksheet, to print your worksheet:

- select a worksheet (e.g EXPENSES) and load it using /FR
- select /P (Print) Command
- 1-2-3 response is:

Printer File

Selecting second choice (File) you can save the printout in a file for later use (You may want to use it in a text file)

Select the first choice (printer) which sends the output directly to your printer, the menu which will appear looks like:

Range Line Page Options Clear Align Go Quit

- Select range and specify the range that is to be printed, as usual you can do so by drawing the range (Using arrow-keys), or just enter the range (e.g A2..F20)
- You can also specify part of or all of the worksheet, if the width of the specified range is more than the width of your paper then the worksheet will be printed on several pages.

- Make sure that the printer is on-line and select Go option.

The above procedure is the simplest form of printing a worksheet but 1-2-3 provides many options, some of which we shall examine

* Line: this option will have a line-feed effect i.e. advancing the paper one line.

* Page: will have a form-feed effect

* Options: Choosing this 'option' will display the following menu:

Header Footer Margins Borders Set-up Page-length Other Quit

As can be seen there are many choices to enhance your printout, for instance, supposing you would like to print a 'wide' worksheet on one page:

- choose set-up option, 1-2-3 will respond with:

Enter Setup String:

- at this point you may enter any 'ESCAPE SEQUENCE' string which will be sent to your printer. For now enter /O15 [RETURN]

- select margins option and for the right margin enter any value upto 240

The above sequence chooses the compressed mode on the printer and with the margins setup you may print any worksheet upto 240 characters 'wide'

* Clear: can be used to clear some or all of the settings (e.g. clearing the range)

* Align: is used to set the paper to the top of next page.

Exercise: print the whole of EXPENSES worksheet with following settings:

- + Header: Cash Flow report XXX Company
- + Compressed
- + Margins: left=20, right=200
- + Page-Length = 50

2) 1-2-3 GRAPHICS

As indicated before, you may use 1-2-3 commands and techniques to display or print graphs of data of a worksheet, just keep in mind that to be able to display graphs on the screen you need to have either a color graphics display or a graphic adapter connected to your monochrome display.

2.1) Creation

* defining data

In any graph you must specify X and Y axis parameters, in 1-2-3 you may specify one range for X-axis and up to 6 ranges for Y-axis.

All of the commands for GRAPHICS capabilities can be accessed by choosing /G (Graph) option from the main menu.

Load EXPENSES worksheet.

- Select /G command, the following menu will be:

Type X A B C D E F Reset View Save Options Name Quit

- Select Type and notice the next menu:

Line Bar XY Stacked-bar Pie

- Choose BAR type for this example

- Next select X, 1-2-3 will respond:

Enter X axis range:

- Enter C2..G2 as the range (the range should include Qtr1 to Qtr4 and Total)

- Now choose A option and for the range enter C20..G20

- At this point select View option and the bar chart will be displayed on the screen. Pressing any key will get you back to Graph menu.

* naming

We can create many graphs in each worksheet so the capability to give each graph a name is provided and you may view or edit any of these.

- Select Name from the graph menu, 1-2-3 displays:

Use Create Delete Reset

- Select Create, 1-2-3 responds

Enter graph name:

- Enter EXPENSE0', you have just given your graph and the settings a name but remember that you must save the worksheet before you exit 1-2-3 to save the contents and specification of your graph.

The other options in Name menu are:

- + Use : Choosing this option will list the graphs that have been created before and then whichever you select will be the current graph.
- + Delete: Selecting this option enables you to delete ONE of the graphs
- + Reset : Will delete ALL graphs

* Formatting

To give our graph the desired format select 'Options' from the graph menu, the next menu will be

Legend Format Titles Grid Scale Color B&W Data-Labels Quit

- First select legend, 1-2-3 displays

A B C D E F

- Select A and for legend enter: Cash
- Then select Titles, 1-2-3 displays

First Second X-axis Y-axis

As can be seen you may have up to two lines of titles on top of the graph and also you can specify titles for X and Y axis, Now

- Select First and enter: Cash Flow simple graph
- Again select Titles and then X-axis and enter: 1987
- and finally for Y-axis enter: Cash Flow

Go back to the graph menu and select view to see the changes in the graph.

- Next make the following selections:
Option, Scale, Y-scale, Format, Currency (2 decimal places)

the above procedure will change the Y-axis scaling to \$ format.

* Saving

In order to be able to print the created graph, we must first save the created graph, all graphs will be saved with PIC extension:

- Select Save from the graph menu, 1-2-3 will ask:

Enter graph file name:c:\lotus*.pic

- Simply enter you file name (in this case enter EXPENSE0), the graph is, now, saved for later use.

Exercise: Create a graph with following specification

Type: Stacked-Bar

X : C2..62

A : C5..65

B : C10..610

C : C20..620

Options

Legend

A :Sale

B :Adver

C :Cash

Title

First : Sale, Advertising, Cash XXX Company

X-axis: Qrts/Total 1987

Y-axis: Costs & Flow

Grid

Horizontal

After creating your graph name it EXPENSE1 and save it.

2.2) Printing

Before we start to discuss the Printgraph option we shall say a few words about 1-2-3 ACCESS SYSTEM.

From DOS prompt enter:

LOTUS [RETURN]

The Access system menu appears:

1-2-3 Printgraph Translate Install View Exit

1-2-3: This option will simply start 1-2-3 program

Translate: This option allows you to translate files from 1-2-3 format to be used in other packages (such as dBase III) and visa versa.

Install: Using this option you specify the equipment and peripherals that you intend to use

View: Contains a selection of topics about lotus 1-2-3 sample exercises and worksheets are included

* Printgraph

When you select this option, the following menu will be displayed

Image-Select Settings Go Align Page Exit

Also the current settings of the program will be displayed on the screen.

- Choose Image-Select and when the names of PIC or image files appear select EXPENSE1 and hit RETURN

- Select Settings, 1-2-3 displays

Image Hardware Action Save Reset Quit

- Selecting Image we can set the following:

Size : Half
Font

1 : Italic1 (font is used for first line of titles)

2 : Script1 (used for the rest of graph)

there are other types of fonts available.

Since most printers use black ribbon we shall not use color, however if you do have a color printer you may assign one color to each of the lines.

- Hardware option allows you to specify the following:

Graphs-Directory: specify in which directory the PIC files are located

Fonts-Directory : specify where the font files are located

Interface : defines the printer interface which may be parallel, Serial or a remote device

Printer : selects the printer type

Size-Paper : allows the length and width of the paper to be set.

-Save option saves the settings, so if you exit the menu without using this option first, all changes will be ignored next time that you use Printgraph.

Once you have specified the settings, select Go from the main menu and the printing of your graph will start.

3) DATABASE

3.1) Database management

* Definition

A database is a collection of related data or information.
A 1-2-3 database is a worksheet containing columns and rows of related information in a particular way.
Database management is the way in which you manipulate or work with the data, for instance if you add new information to a database you are managing it.
When you manage a database you work with records and fields.
Each row in a 1-2-3 worksheet represents a record and each column represents a field.

* Creation

Creating a database is basically the same as creating a worksheet, only we have to make sure that each column has a name i.e. each field has a name.

Start with a blank worksheet and create a database with following specification:

Field Name	Field Width
=====	=====
Employee#	9
Hired	10
Fname	15
Lname	16
Address	20
City	15
County	15
Job	15
Salary	10

Enter Employee# in cell A1, Hired in cell B1 and so on, then format the width of each column as above, set the format of Hired field to date(DD,MMM,YY), the rest of fields general format.
Now you can enter the following data in to the worksheet.
(use the @date (YY,MM,DD) function for Hired Column.)

Employee#	Hired	First name	Last name	Address	City	county	job	Salary
1001	12-Oct-75	Reza	Rezai	114, Sol road	Tehran	Tehran	Mechanic	600
1089	20-May-77	Maryam	Ahmadi	118, Marges road	Karaj	Tehran	Secretary	4500
1120	19-Aug-77	Taghi	Rezai	96, Yas road	Mashhad	Khorasan	Driver	6500
1218	01-Jan-79	Reza	Sabet	95 Shokoufeh st	Rasht	Gilan	Mechanic	700
1314	08-Mar-73	Javad	Karimi nashhadi	43, Sonbol rd	Senendaj	Kordestan	Secretary	500

We can , now, discuss two tasks of database management, these are sorting and searching.

3.2) Sorting

To use the sorting function of 1-2-3:

- First select /DS (Data Sort) and notice the menu:

Data-Range Primary-key Secondary-key Reset Go Quit

To start the sorting procedure, we must tell 1-2-3 the range of data that we wish to sort, this usually covers the whole of database, unless for some reason you would want to sort just part of the database, so select Data-Range and when you are asked to enter the data-range, type A2..I6 (we should take care not to include the field names).

-Next you have to decide on which field to sort your data, suppose we want to sort on LNAME so select Primary-key from the sort menu and then select D1 as the key-field.

- select Go and records will be sorted on last name.

Sometimes, with large databases, we are required to have a sort-within-sort, for instance in our database we may have records of many persons with last name of 'REZAI' and we would like to sort these names on first name as well therefore:

-select Secondary-key from the sort menu and enter field C as the secondary-key field.

- Selecting Go again will put the two persons with last name of REZAI in proper order.

3.3) Searching

To search a database we must specify the "search" ranges for 1-2-3, the search commands are displayed in Query menu and to select this we enter /DQ (Data Query) and the menu looks like:

Input Criterion output Find Extract Unique Delete Reset Quit

Input Range: is normally the entire database

Criterion Range: is the field names and the values to search for.

Output Range: is specified if we wish to create a new database from the selections made by a search, and it is used only if we specify the Extract or Unique options.

Using the file Karmand, we set up these ranges, to create a criterion range first make sure that your are in ready mode

- Use /C (copy) command and copy cells A1..I1 to A10..I10

-Now specify the search criterion, do so by typing the value you wish to search for under the field name in criterion range, e.g. enter Tehran under city in cell F11.

- Now select /DQ and specify

Input range :A1..I6

Criterion range:A10..I11

- select Find and 1-2-3 displays the first record that matches the search criterion, using arrow keys you can move up and down to the other records that meet the search criterion (if there are no more records 1-2-3 will c=beep!)

Do an exercise by specifying a name under LNAME and using /DSF.

We may wish to 'EXTRACT' records instead of finding them, in which case an output range must be specified as well.

- To create an output range use /C to copy field names to A15..I15 -this time specify Mechanic under Job in the criterion range and select Extract, 1-2-3 will copy all the records that match the criterion into the output range.

We may also search for records that meet two types of criteria, for example we may be looking for persons that live in Tehran AND their job is mechanic, in this case all we need to do is to specify both search criteria in our criterion range, on the other hand we may be looking for records of persons who live, say, in Karaj OR Tehran, so we specify both of these under City field name in the criterion range.

Exercise: search for persons whose jobs are either Driver or Secretary
search for a person whose last name is Rezai and lives in mashhad

We can use a range of values as search specification, suppose we are searching for all persons whose employee£ is greater than 1100 and less than 1200 then in criterion range under Employee£ we would enter
+A2>=1100 £ANDE A2<=1200

One other option is searching with Global or Wild characters, these are:

<u>Wild Character</u>	<u>Meaning</u>
?	Matches any character e.g if you put '?nd' the match can be and,bnd,.....
*	Matches any group of characters e.g 'a*' matches any string starting with an 'a'
~	this is a NOT match character e.g '~Tehran' will match anything but Tehran.

4) 1-2-3 MACROS

4.1) SIMPLE MACROS

One other useful capability of 1-2-3 is that it allows you to put a collection of commands and inputs in one or more cells and then execute them automatically by just pressing two keys, for instance, suppose that in a worksheet you want to set the column width to 3, normally you would enter the following sequence of characters: /WGC3 and then press the return key, in a macro the same commands look like:

`'/WGC3~`

and these commands can be placed into any worksheet cell. the tilde (~) character in a macro acts as pressing a return key.

creating a sample macro can be as follows:

- Type `'/WGC3~` into any cell say cell B4
 - Give the macro a name using /RNC (Range, Name, Create) and when 1-2-3 asks for a name enter \A.
(all macro names must start with a \ and after that one letter of alphabet)
 - For the range enter the cell in which you have placed the macro in this case cell B4.
- Now to execute the macro just press and hold the Alt key and then press key A.

* Keystrokes

Some of the keystrokes are represented by macro symbols, the following table lists some of the macro symbols.

Macro Symbol	Meaning
~	Return
{down}	down one cell
{up}	up one cell
{left}	left one cell
{right}	right one cell
{home}	Home cell
{end}	end key
{pgup}	page up
{pgdn}	page down
{bigleft}	left one screen
{bigright}	right one screen
{edit}	edit mode
{name}	display names
{abs}	ABS key
{goto}	goto
{window}	Window
{query}	Query

CONT...	{table}	Table
	{calc}	CALC key
	{graph}	graph
	{esc} or {escape}	Escape
	{bs} or {backspace}	Backspace
	{delete} or {del}	delete used in edit mode
	{~}	to have tilde appear as ~
	{ } and { }	to have braces as { and }

To specify more than one repetitive use of the same key, we may include a repetition factor within the braces, for example:

{right 4}	moves cell pointer 4 cells to the right
{del 4}	deletes last 4 characters in edit mode

Example: Write a macro to do the following:

```

move the cell pointer to cell A10
enter 1 then move right and enter 2
move down one cell and enter 3
move left and enter 4
move down one cell and enter:Job done

```

after writing the macro name it \b nad execute it.

* Debugging

Now at the end of your macro add the command {GOTO}1A~. to do so use the normal editing procedure, after adding the command execute the macro again, you should get an error message from 1-2-3 if you had a large macro finding the error might be very difficult so 1-2-3 provides a debugging facility, to see the effect press STEP key (STEP key is Shift-F2), and then execute the macro, to proceed through the macro press any key to execute the macro one step at a time, keep pressing any key to proceed to next step. when you get to the part that issues an error message, press ESC key correct the error and execute your macro again.

Now do another example, this time writing an interactive macro before doing so we see one of the advanced macro commands: if you enter {?} followed by a tilde(~) anywhere in your macro, when the macro execution gets to this point it waits for you to type something and press RETURN, and then it continues with the processing Now write a macro to do the following:

```

move the cell pointer to cell AB1
wait for the user to input a number
move the cell pointer to cell AB2
wait for user to input another number
move down one cell
add the two values
moves left one cell

```

and says "adding->"

4.2) Programming

In a macro we may use the standard 1-2-3 formulas, functions, commands from 1-2-3 menus, and also the macro keystrokes, on top of these 1-2-3 provides a number of Advanced Macro commands that can be used to write programs in your 1-2-3 worksheet, some of these commands are listed below:

COMMAND	DESCRIPTION
=====	=====
{BEEP}	Sounds the bell
{INDICATE}	changes the indicator in the upper right corner
{WINDOWSOFF}	Suppresses redrawing the display during macro execution
{WINDOWSON}	Restores screen redrawing
{?}	Halts macro execution for keyboard entry
{GET}	Halts macro execution and stores a single character in a specified cell.
{GETLABEL}	same as {GET} but stores character as a label
{GETNUMBER}	Same as {GETLABEL} but stores what you type as a number.
{BRANCH}	Continues executing macro in a different cell
{DISPATCH}	Branches indirectly to a cell
{FOR}	Repeatedly executes the macro subroutine.
{FORBREAK}	Breaks out of a {FOR}
{IF}	Conditionally executes a command
{QUIT}	Terminates macro execution
{RETURN}	Subroutine return
{routine-name}	Calls a subroutine
{BLANK}	erases a cell or range
{CONTENTS}	places contents of a cell into another cell
{LET}	Stores a label or a number in a cell.
{PUT}	Stores a number or a label in a specified cell of a range
{OPEN}	opens a file for input or output
{READ}	reads characters from a file
{WRIT}	copies characters to a file

Format of writing an advanced macro is as follows:

or {KEYWORD}
 {KEYWORD arg1,arg2.....argn}

Examples:

```
{LET B10,96.5}  
{WINDOWSOFF}  
{IF a12<100}{QUIT}
```