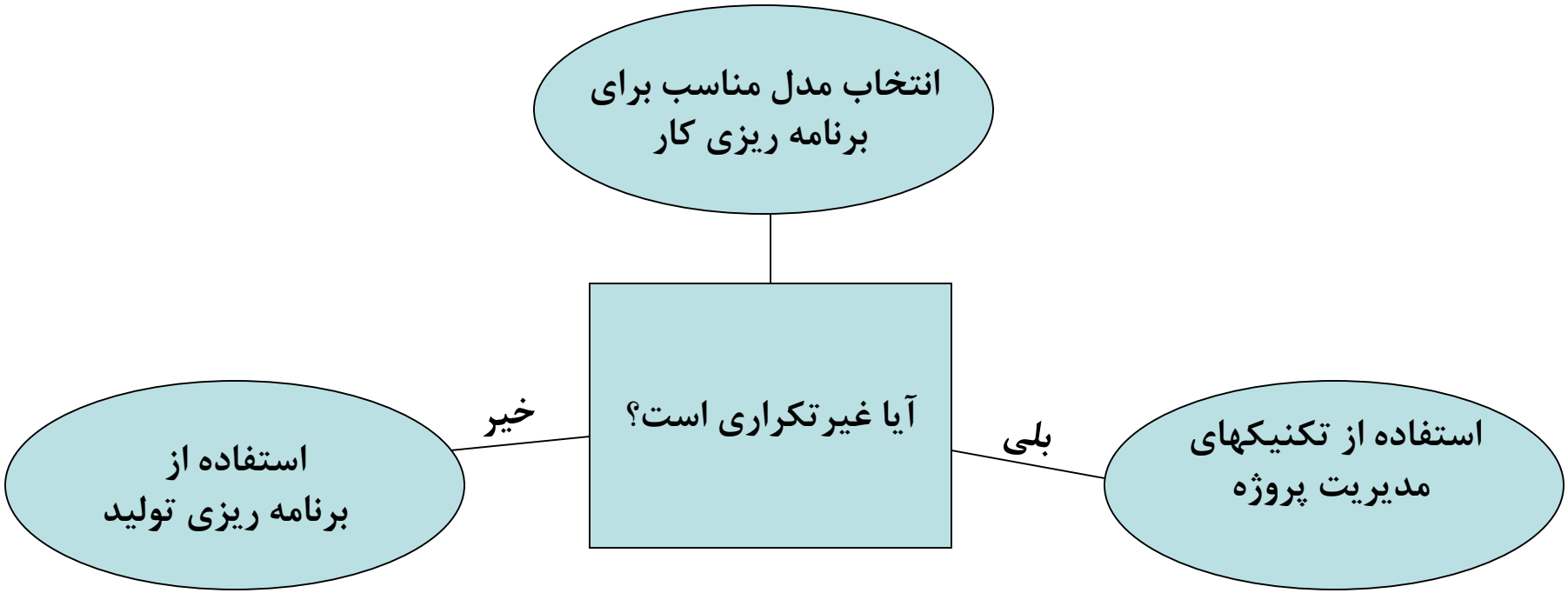
هوالحکیم

دوره آشنایی با مدیریت پروژه

ویژگیهای یک پروژه

- یک کار منحصر به فرد– جدید و غیر تکراری است.
- دارای یک نتیجه عینی در قالب محصول یا ارائه خدمت است .
- موقتی است یک نقطه شروع و پایان قابل تعریف دارد .
- باید بتوان آنرا به اجزإ گسسته تقسیم نمود .
- هر جزء دارای زمان – منابع و هزینه خاصی است که روابط وابستگی خاصی بین آنها حاکم است و نیازمند منابع کاری و مصرفی مختلفی است.
- بودجه آن محدود و قابل پیش بینی است و باید یک حمایت کننده مالی داشته باشد.

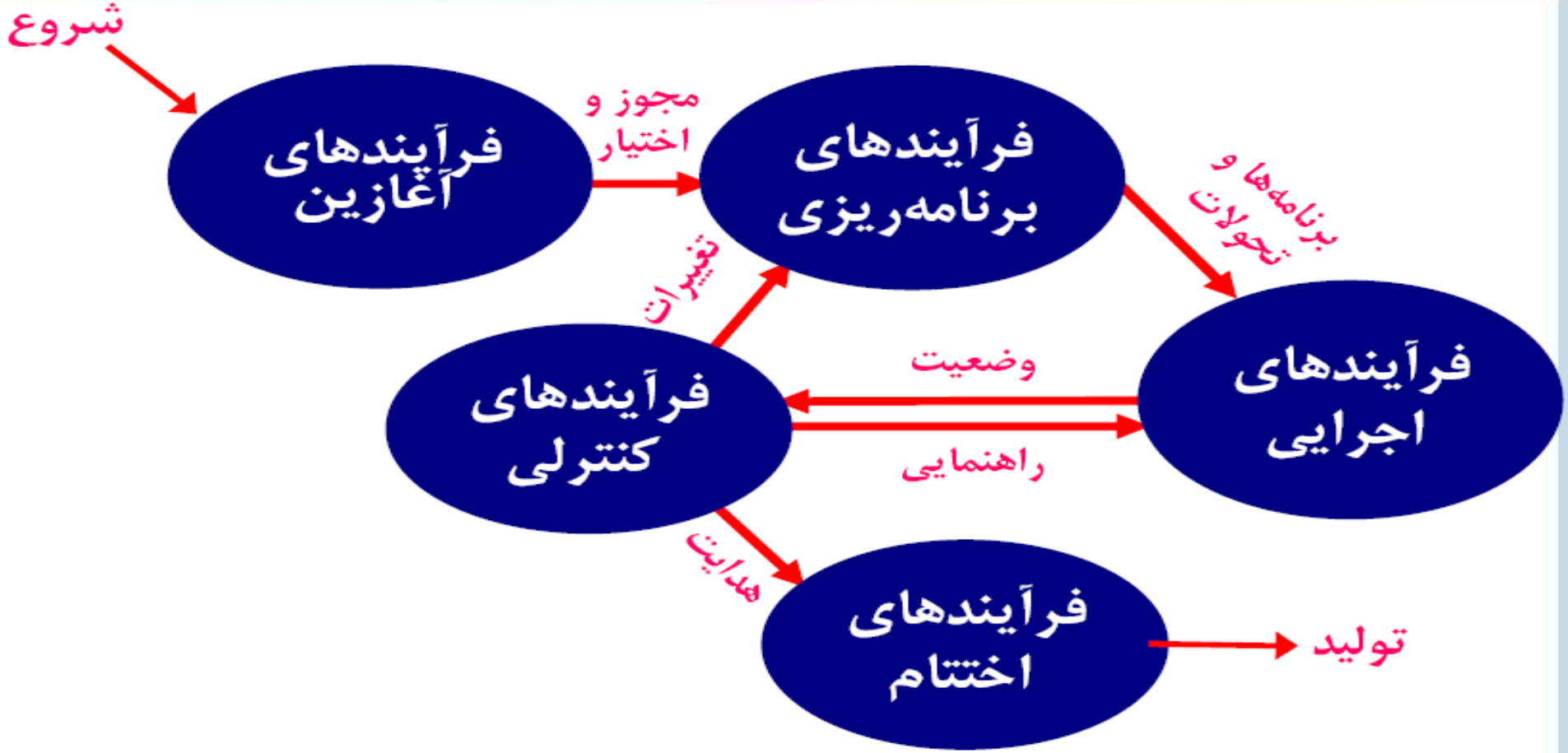
اگر بخواهیم یک سیستم خبره(Expert System) برای تشخیص مدل مناسب برنامه ریزی با قوانین اگر ... آنگاه ... طراحی کنیم، می‌توان از نمودار زیر کمک گرفت



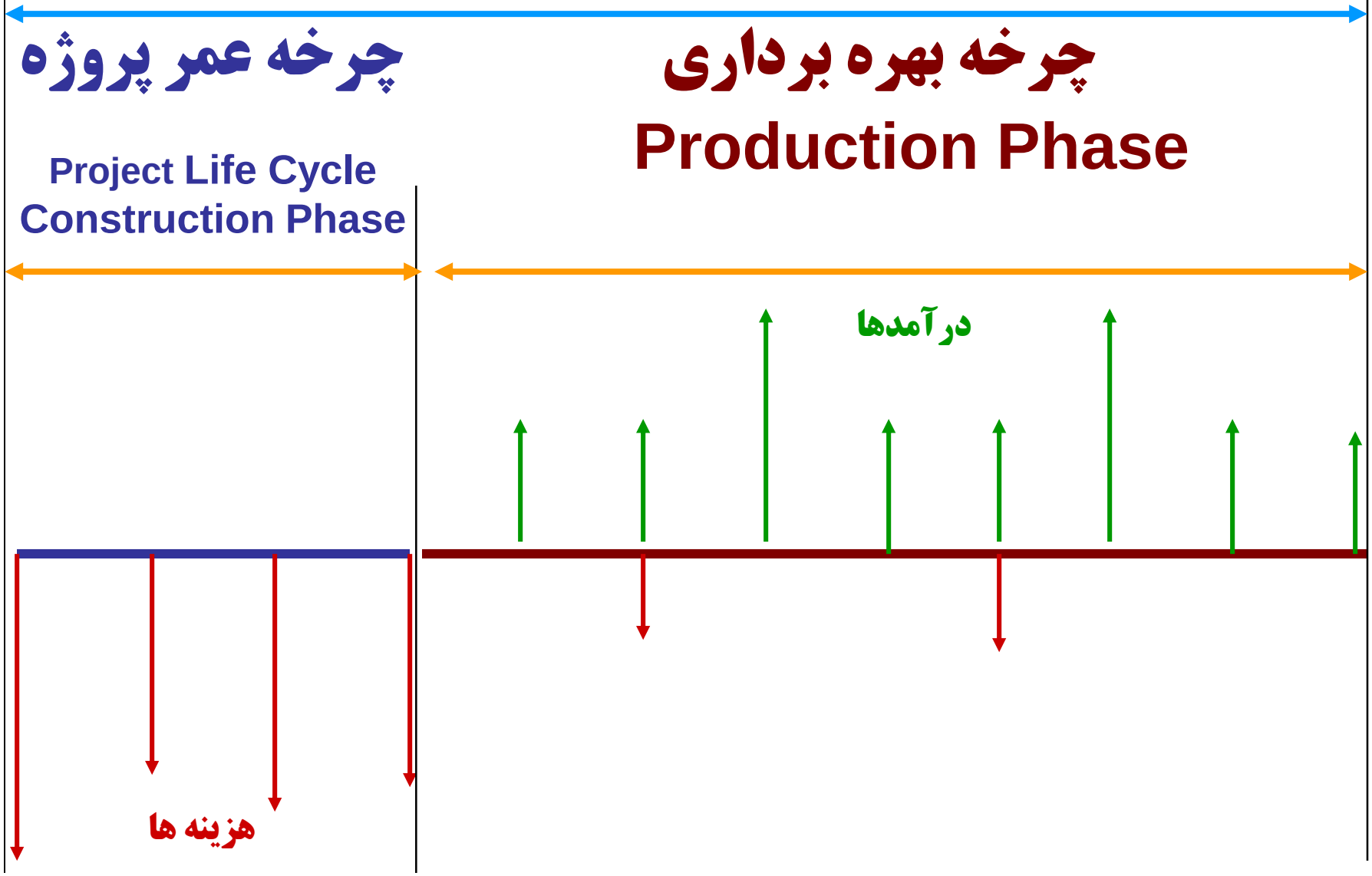
مقایسه بین پروژه ها با فرایندهای عملیات

پروژه ها	فرایندهای تولیدی وعملیات
•غیرتکراری وموقتی اند :شروع وپایانی دارند. •تولیدخروجی منحصربه فرد •تخصیص های کاری از پیش تعیین شده ندارند.	•ادامه دارند :تکرارهمان فرایند بارهاوبارها •تولید خروجی های یکسان در هربارتکرارفرایند •تخصیص های کاری از پیش تعیین شده دارند.

تعامل بین گروه‌های فرآیندی



چرخه عمر محصول Product Life Cyle



Project Life Cycle چرخه عمر پروژه

Concept	Design	Implementation	Commission
Input	**Input**	**Input**	**Input**
Problem or opportunity, project brief, project charter	Approval to go ahead and design the product	Approval to implement project	Commissioning plan, notification of completion
Process	**Process**	**Process**	**Process**
Project proposal, feasibility study, identify stakeholders, cost-benefit analysis	Design product, develop detailed schedules, WBS, CPM and budgets	Award contracts and issue instructions, procure equipment and services, make the product or solve the problem	Start-up and test the product, has the problem been solved? Produce as-built drawings and operation manuals
Key Activities	**Key Activities**	**Key Activities**	**Key Activities**
Hold Points	**Hold Points**	**Hold Points**	**Hold Points**
Output	**Output**	**Output**	**Output**
Feasibility study report	Baseline plan (design and schedule)	Certificate of completion	Closeout Report
Approval	**Approval**	**Approval**	**Approval**
Go/no go decision, to proceed with design phase	To implement project	Ready to commission	Project accepted by client

هزینه های ناشی ازتاخیرپروژه

1. **هزینه دیررسیدن به بهره برداری یا سودازدست رفته**

فقط در پروژه کلان فازهای 6 و 7 و8 پارس جنوبی ، به ازاء هر روز تاخیر در بهره برداری از پروژه ، کشور زیانی معادل 5.190.000 دلار متحمل می شود . بنابراین اگر پروژه های بزرگ چند ماه زودتر به بهره برداری برسند ، اثر تعیین کننده ای در اقتصاد کشور خواهند داشت .

2. **هزینه ناشی ازگران شدن منابع مصرفی**
3. **افزایش هزینه منابع کاری**
4. **هزینه تمدیدمجوزها وپیمان نامه ها**
5. **هزینه بهره سرمایه مصرف شده**

هزینه های کیفی

- **ضرر از دست دادن بازار رقابت .**

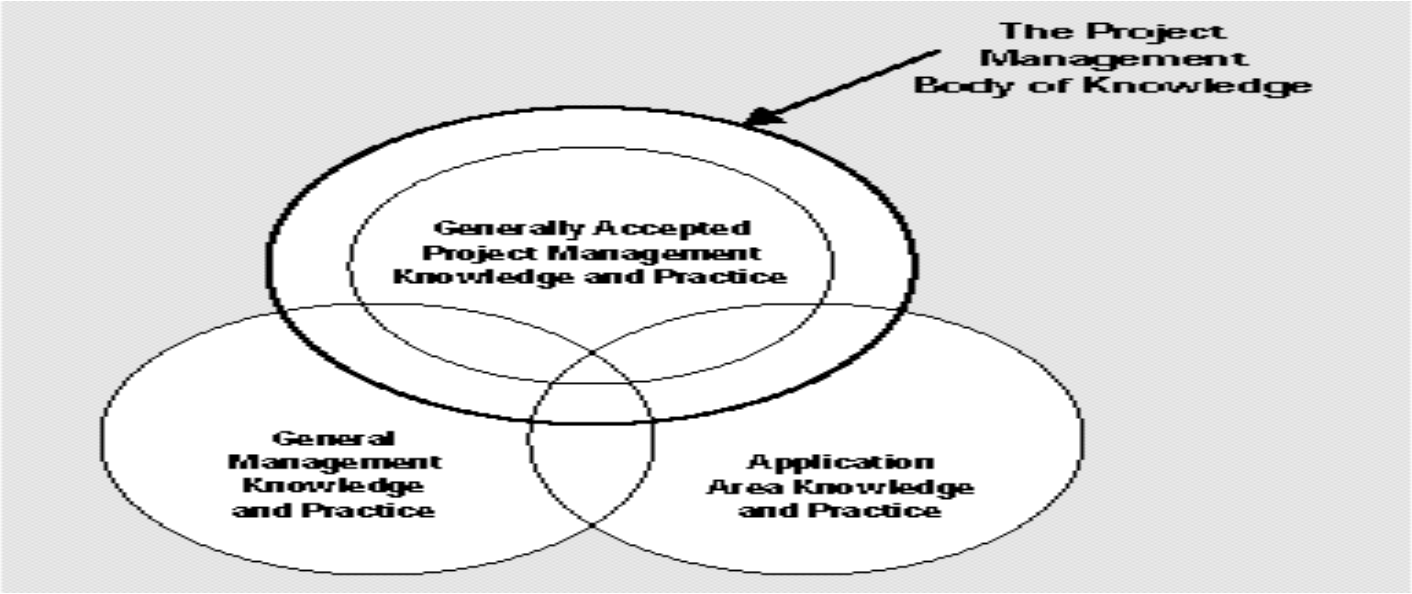
تاخیر در طرحهای پارس جنوبی باعث شده تا کشور قطر 4 برابر ایران از این حوزه مشترک گاز برداشت کند.

2. **با به تعویق افتادن تکمیل پروژه ، ممکن است پروژه غیر اقتصادی شود .**
3. **ضرر ناشی از عدم اشتغال زایی در کشور.**
4. **ضرر ناشی از کاهش درآمد .**

بر اساس آمار منتشره سازمان مدیریت و برنامه ریزی در سال 80 متوسط زمان اتمام پروژۀ های ملی در کشور نزدیک به 22/2 برابر زمان پیش بینی شده پروژۀ ها بوده است .

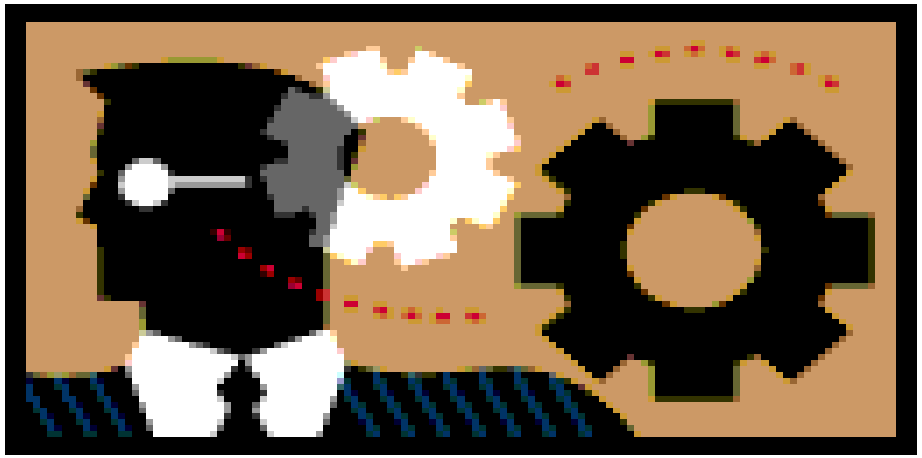
مدیریت پروژه وسیله مستند سازی تجربیات است

- لازمه عدم تکرار اشتباهات و الگو برداری از هدایت موفق پروژه ها ، مستند سازی پروژه است . که با پیاده سازی مدیریت پروژه تحقق می یابد .



مدیریت پروژه زبان مشترک ایجاد می کند

- کنترل پروژه وسیله مچ گیری نیست بلکه زبان مشترک وشفاف بیان نیاز ها و اندازه گیری زحمات است .



یک پروژه موفق پروژه ای است که در زمان و بودجه پیش بینی شده و بر اساس مشخصات فعلی تعریف شده به اتمام برسد

در این راستا برخی از قوانین طنز آمیز که توسط انجمن آمریکایی کنترل تولید و موجودی APICS نتیجه گیری شده عبارتند از:

1. **پیشرفت پروژه ها به سرعت سپری می شود تا آنکه به درصد تکمیل ۹۰٪ می رسند سپس برای همیشه در همین ۹۰٪ پیشرفت باقی می مانند.**
2. **یکی از مزایای مبهم بودن اهداف پروژه یا تحویل شدنی ها این است که نگرانی شما را در مورد برآورد هزینه های مرتبط برطرف می سازد.**
3. **موقعی که اوضاع ظاهرا رو به بهبود است شما در مورد چیزی خوشبینانه قضاوت کرده اید.**
4. **یک پروژه ای که برنامه ریزی نشده ۳ برابر زمان پیش بینی شده به طول می انجامد اما پروژه ای که با دقت برنامه ریزی شده حداکثر ۲ برابر زمان برآورد شده طول خواهد کشید.**
5. **تیمهای پروژه از گزارشگیری پیشرفت متنفرند زیرا به وضوح نمایانگر عدم پیشرفتشان است.**

نرم افزارهای متداول برنامه ریزی و مدیریت پروژه

ردیف	نام نرم افزار	کاربرد
۱	HPM	تا قبل از سال ۱۹۹۲ استفاده می‌شده ولی در حال حاضر منسوخ شده است. (نمایش AOA شبکه)
۲	Time Line Ver. 7	دارای امکانات تخصیص منابع خوب است.
۳	Project Scheduler 8	محیط کاری آن شبیه به MSP است.
۴	Microsoft Project (MSP)	متداولترین نرم‌افزار بوده و تکامل آن از سال ۱۹۹۲ تا کنون ادامه دارد. User Friendly است ولی هنوز ضعفهایی در مقایسه با نرم‌افزارهای حرفه‌ای دارد.
۵	WBS Chart Pro	خاص طراحی و رسم WBS است. پس از نصب آیکن آن در MSP قرار گرفته و کاملاً با آن لینک می‌شود.
۶	Primavera Project Planner (P3) Ver. 5.2	متداولترین نرم‌افزار حرفه‌ای است. در ورژن ۵/۲ قابلیتهای User Friendly آن افزایش یافته است.
۷	Primavera Enterprise (P3e)	علاوه بر امکانات P3 قابلیتهای مدیریت پروژه نظیر بخشهای سازمانیEPS، گروه‌بندی پروژه‌ها، چارت سازمانی OBS، تعریف نقشها، شماره حسابها، مدیریت ریسک، حدود آستانه‌ای و... را نیز داراست.
۸	Primavera Expedition	نرم‌افزار جانبی از خانواده Primavera و خاص مدیریت قراردادهاست.
۹	Artemise	حرفه‌ای‌ترین نرم‌افزار بوده ولی به علت گرانی قیمت (حدود ۵۰۰ هزار دلار) ظاهراً هنوز به ایران وارد نشده

استاندارد های مدیریت پروژه

STANDARD	RANGE
PMBOK	GLOBAL
ISO 10006	GLOBAL
BS 6079	NATIONAL
DIN 69 900	NATIONAL
APMBOK	REGIONAL
IPMA COMPETENCE BASE LINE	REGIONAL
AIPM	NATIONAL
PRINCE 2	SEMI-GLOBAL
PROFESSIONAL METHODOLOGIES	GLOBAL

برخی زیر استانداردهای عملی معروف PMI

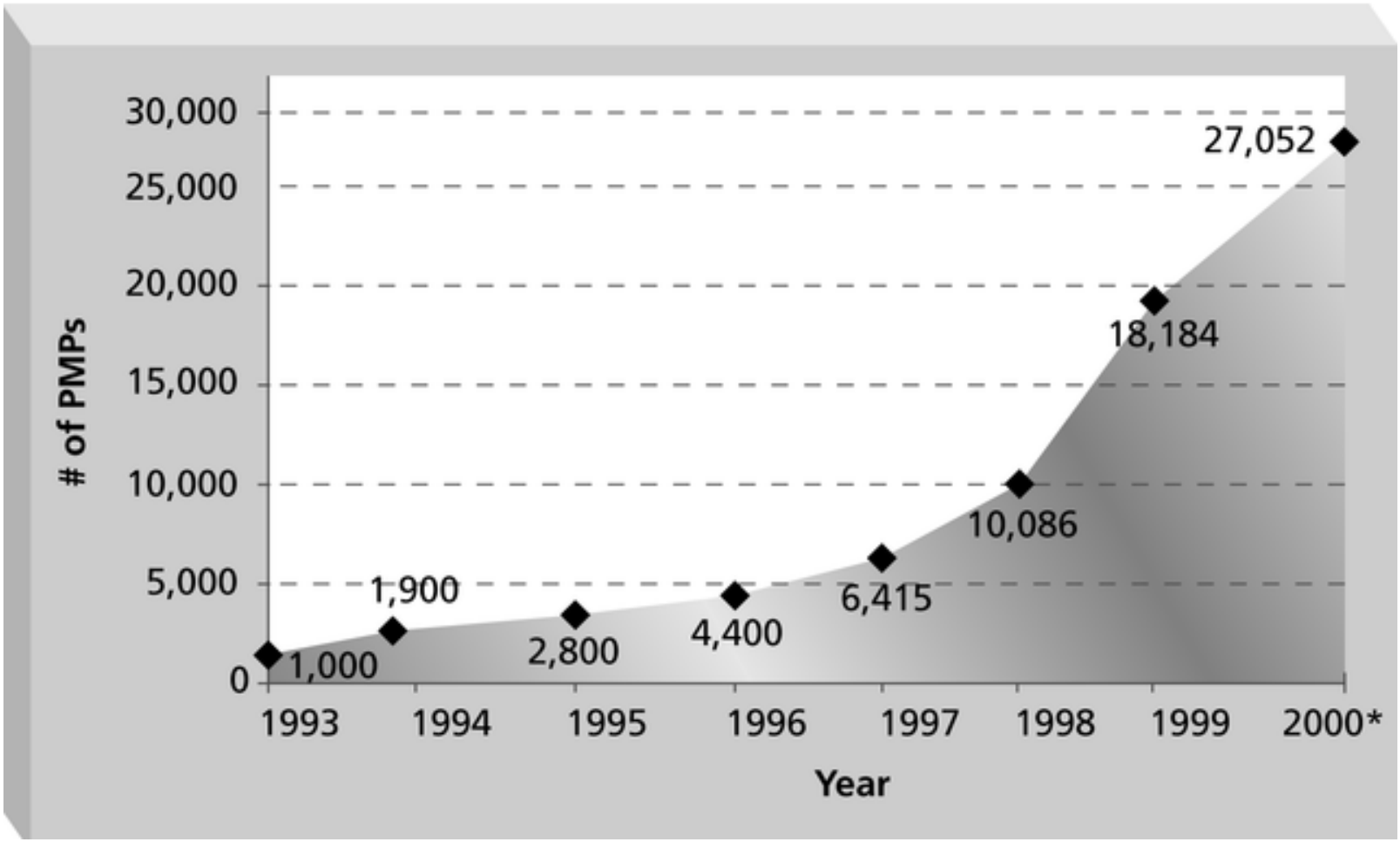
ردیف	نام استاندارد	هدف و کاربرد استاندارد
۱	**استاندارد عملی مدیردت پیکره بندی CMPS** (Configuration Management Ractice Stavdard)	مستند سازی مشخصات فیزیکی و عملکردی محصول در طول چرخه حیات پروژه و تطابق آن با نقشه ها و الزامات فنی
۲	**مدل بلوغ مدیریت پروژه سازمانی OPM3** (Organizational Project Mana. Maturity Model)	روشی برای اندازه گیری سطوح بلوغ سازمانها . کمک به آنها به منظور افزایش سطوح باوغ سازمان خود
۳	**استاندارد عملی ساختارهای شکست کار PSWBS** (Practice Standard for Work Breakdown Structures)	درک مفاهیم WBS به عنوان یک ابزار کاربردی
۴	**ساختار توسعه مهارنهای مدیران پروژه PMCDF** (Practice Manager Competency Development Framework)	راهنمای مدیران پروژه و ارائه الزاماتی برای افزایش توانایی آنها و تدوین شیوه مدیریت حرفه ای
۵	**استاندارد عملی زمانبندی پروژه PSS** Practice Standard Scheduling	مفاهیم و شیوه بکارگیری تکنیکهای زمانبندی پروژه را تشریح میکند
۶	**استاندارد عملی سیستم مدیریت ارزش کسب شدهEVMS** Practice Standard for Earned Value Management Sys.	یکپارچه سازی گزارشات درصد پیشرفت پروژه و کنترل هزینه
۷	**سیستم مدیریت گروهی پروژه ها PMS** Program/Portfolio Management Sys.	گروهبندی و اولویت بندی پروژه ها به منظور مدیریت اثر بخش آنها و دستیابی به منافع گروهی

آشنایی با استاندارد
PMBOK

تاریخچه استاندارد PMBOK

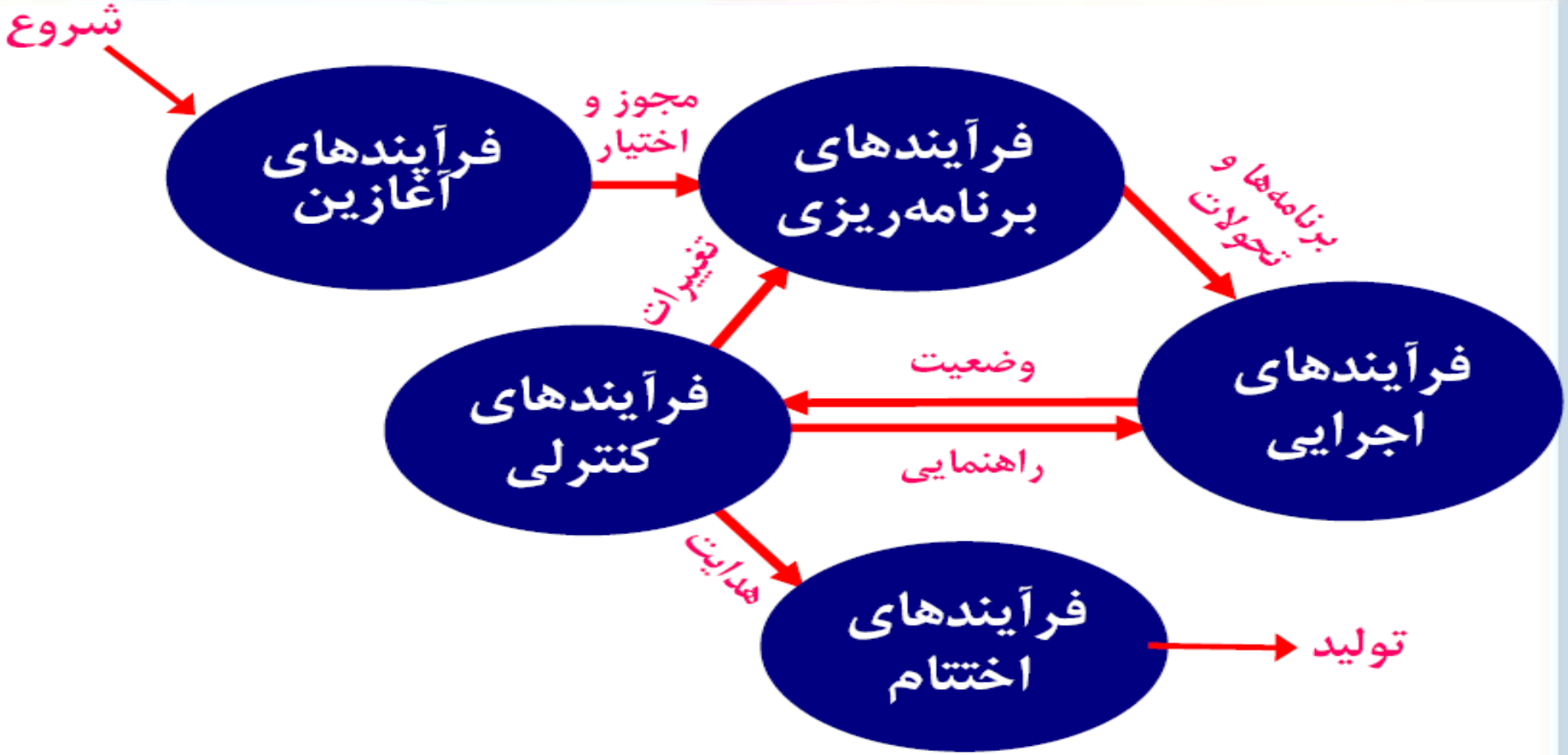
۱۹۶۹	تاسیس انجمن مدیریت پروژه آمریکا(PMI)
۱۹۷۶	طرح ایده مستندسازي تجربیات در قالب استاندارد
۱۹۸۷	چاپ نتایج تحقیقات انجام شده تحت عنوان Project management body of knowledge
۱۹۹۱	ارسال کتاب به ۱۰ هزار عضو PMI و بیش از ۲۰ موسسه علمي/حرفه اي و دریافت نظرات آنان
۱۹۹۶	چاپ و انتشار کتاب A Guide to the project management body of Knowledge
۱۹۹۹	پذیرش کتاب بعنوان استاندارد مدیریت پروژه از طرف ANSI
۲۰۰۰	این استاندارد به روز آوري شده است.
۲۰۰۴	این استاندارد به روز آوري شده است

Growth in PMP Certification, 1993-2000

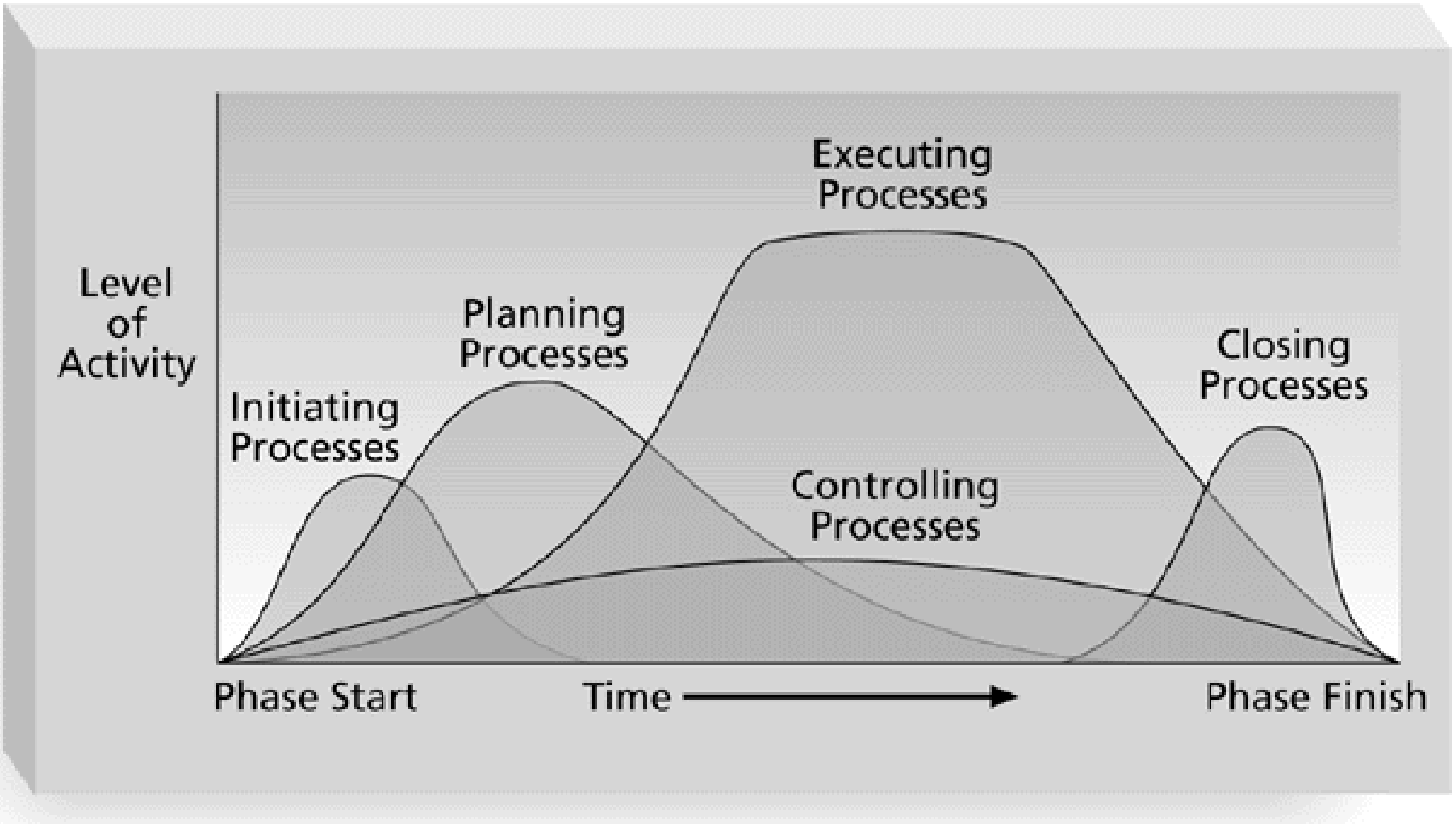


مدیریت پروژه در ۵ فاز به شرح زیر تکمیل می شود

تعامل بین گروه‌های فرآیندی



تکمیل برنامه اولیه زمانی یا گام دوم و شروع همزمان گامهای اجرا و کنترل

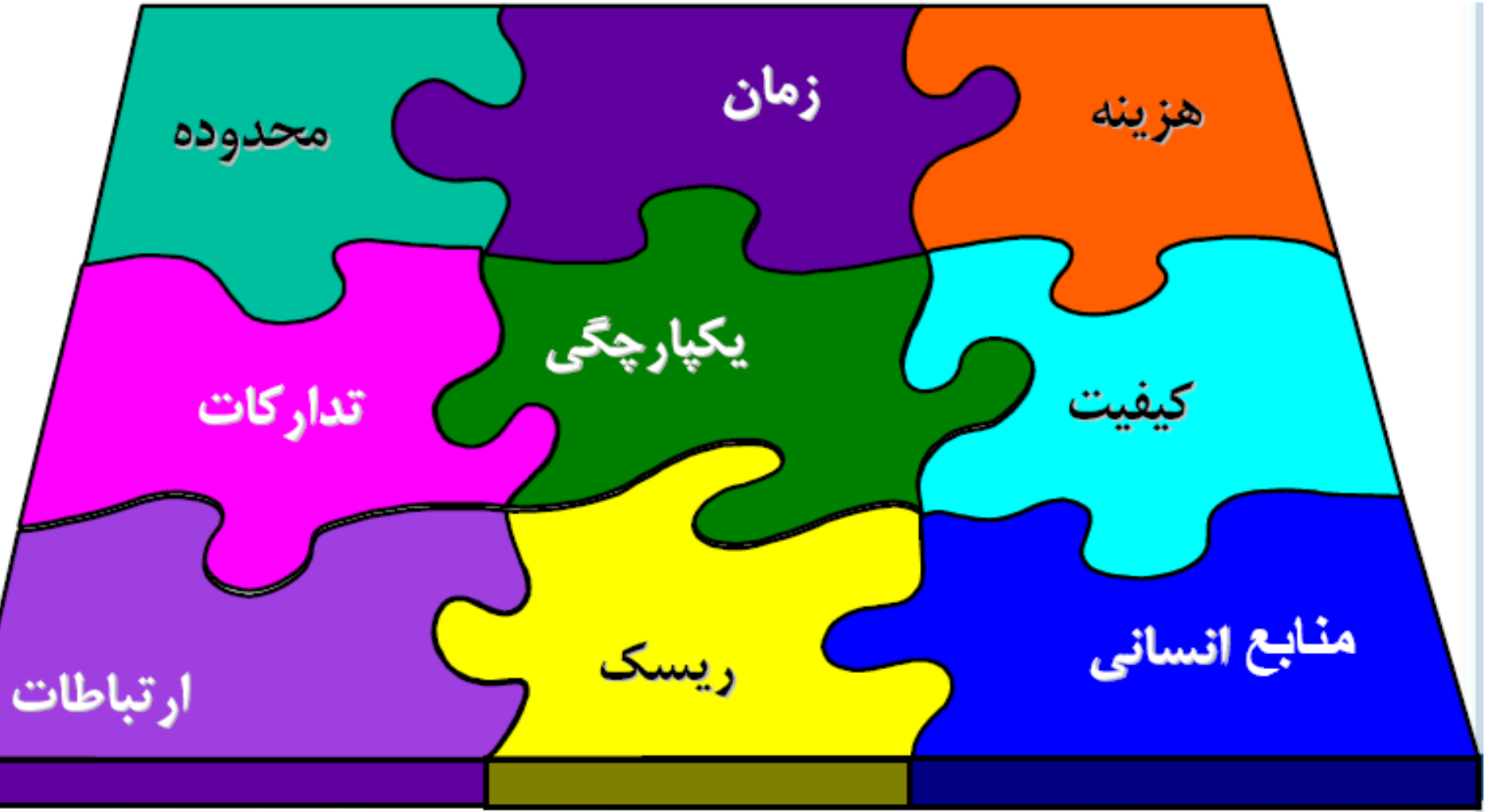


۹ سطح دانش مدیریت پروژه

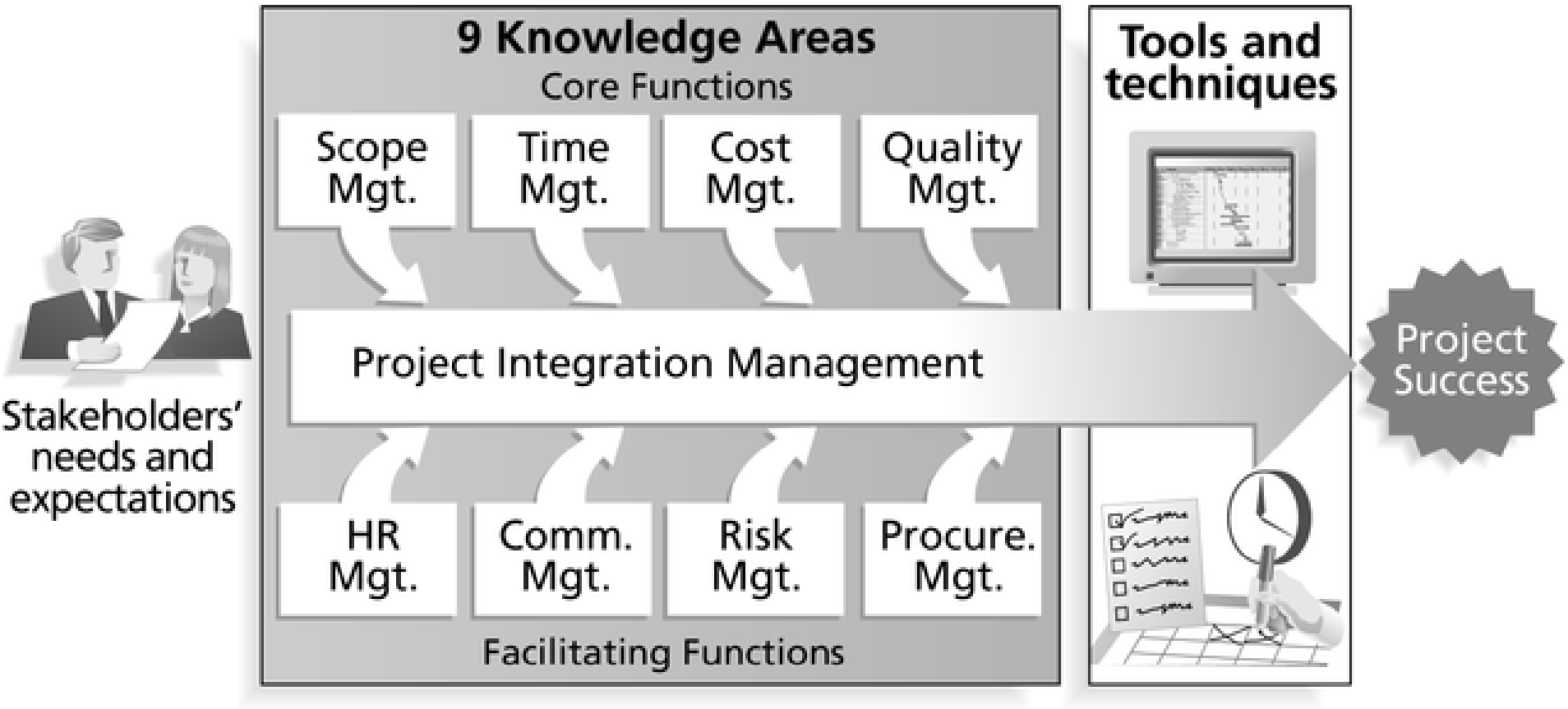
- مدیریت محدوده
- مدیریت زمان
- مدیریت هزینه
- مدیریت کیفیت

- مدیریت یکپارچگی

- مدیریت منابع انسانی
- مدیریت ارتباطات
- مدیریت ریسک
- مدیریت تدارکات



Project Management Framework



مدیریت محدوده پروژه

فرایندهای لازم برای اطمینان از این‌که همه کارهای مورد نیاز (نه کم‌تر، نه بیش‌تر) برای انجام کامل پروژه در دستور کار گنجانده شده، و شامل این فرایندهاست:

۱- برنامه‌ریزی محدوده پروژه	Scope Planning
۲-تشریح محدوده پروژه	Scope Definition
۳- خلق ساختار شکست کار	Create WBS

2004 Ver.

٤- وارسی محدوده کار	Scope Verification
٥- کنترل محدوده پروژه	Scope Control

مدیریت زمان پروژه

فرایندهای لازم برای اطمینان از انجام به‌هنگام پروژه

۱- تعریف فعالیت‌ها	Activity Definition
۲- رده‌بندی فعالیت‌ها	Activity Sequencing
۳- تخمین منابع فعالیت‌ها	Activity Resource Estimating
۴- برآورد زمان هرفعالیت	Activity Duration Estimating
۵- تدوین برنامه زمان‌بندی	Schedule Development

2004 Ver.

کنترل جدول زمان‌بندی	Schedule Control

مدیریت هزینه پروژه

فرایندهای لازم برای اطمینان از انجام پروژه در چارچوب بهای تعیین‌شده

Cost Estimating	برآورد هزینه
Cost Budgeting	بودجه‌بندی هزینه

Cost Control	کنترل هزینه

مدیریت کیفیت پروژه

فرایندهایی که با اجرای آن‌ها اطمینان حاصل می‌شود پروژه نیازهای کیفی تعریف شده را برآورده می‌کند

برنامه‌ریزی برای کیفیت Quality Planning

تضمین کیفیت Perform Quality Assurance

کنترل کیفیت Perform Quality Control

مدیریت منابع انسانی پروژه

علم و هنر رهبری منابع انسانی در طول عمر پروژه
با بهره‌گیری از دانش اداری و رفتارشناسی
برای رسیدن به هدف‌های پروژه و خشنودی اعضاء پروژه

Human Resource Planning برنامه‌ریزی منابع انسانی

Acquire Project Team برنامه‌ریزی تشکیل تیم های پروژه

Develop Project Team پرورش تیم‌های مورد نیاز

Manage Project Team مدیریت تیم های پروژه

2004 Ver.

مدیریت ارتباطات پروژه

فرایندهای لازم برای کسب اطمینان از تولید، گردآوری، پخش، نگهداری و پیرایش به‌هنگام اطلاعات پروژه.

Comunication Planning	برنامه‌ریزی برای ارتباطات
Information Distribution	پخش اطلاعات
Performance Reporting	گزارش‌های عملکرد
Manage stakeholders	مدیریت ذینفعان پروژه

2004 Ver.

مدیریت ریسک پروژه

فرایندهای شناسایی، تحلیل، واکنش و کنترل ریسک برای کاهش احتمال پدیدآیی خطرات و آثار منفی آن‌ها بر پروژه

Risk Management Plan	۱- برنامه مدیریت ریسک
Risk Identification	۲- شناسایی ریسک‌ها
Qualitative Risk Analysis	۳-تحلیل کیفی ریسک
Quantitative Risk Analysis	۴-تحلیل کمی ریسک
Risk Response Planning	۵-برنامه‌ریزی واکنش به ریسک

Risk Monitoring & Control — کنترل ریسک

2004 Ver.

مدیریت تدارکات(تامین) پروژه

فرایندهای تدارک کالاها و خدمات مورد نیاز پروژه از بیرون سازمان مجری

Plan Purchase & Acquisition	برنامه‌ریزی سفارش خرید
Plan Contracting	برنامه‌ریزی بستن پیمان

Request Sellers Responses	برگزاری مناقصه‌ها
Select Selers	گزینش برندگان

Contract Administation	راهبری پیمان

MF1
2004
Ver.

مدیریت یکپارچگی پروژه

فرایندهای لازم برای کسب اطمینان از این‌که:
اجزای گوناگون پروژه، آن‌گونه که بایدوشاید هماهنگ شده است

Develop Project Charter تدوین منشور پروژه
Develop Project Scope Statement تدوین بیانیه محدوده کار پروژه

MF3 2004 Ver.

Develop Project Management Plan تدوین برنامه مدیریت جامع پروژه

Direct & Manage Project Execution مدیریت و رهبری اجرای برنامه

Monitor & Control the Project Work نظارت و کنترل بر کار پروژه
Integrated Change Control کنترل یکپارچه تغییرات

MF2 2004 Ver.

Close Project خاتمه پروژه

فرایندهای مدیریت پروژه در PMBOK 2004

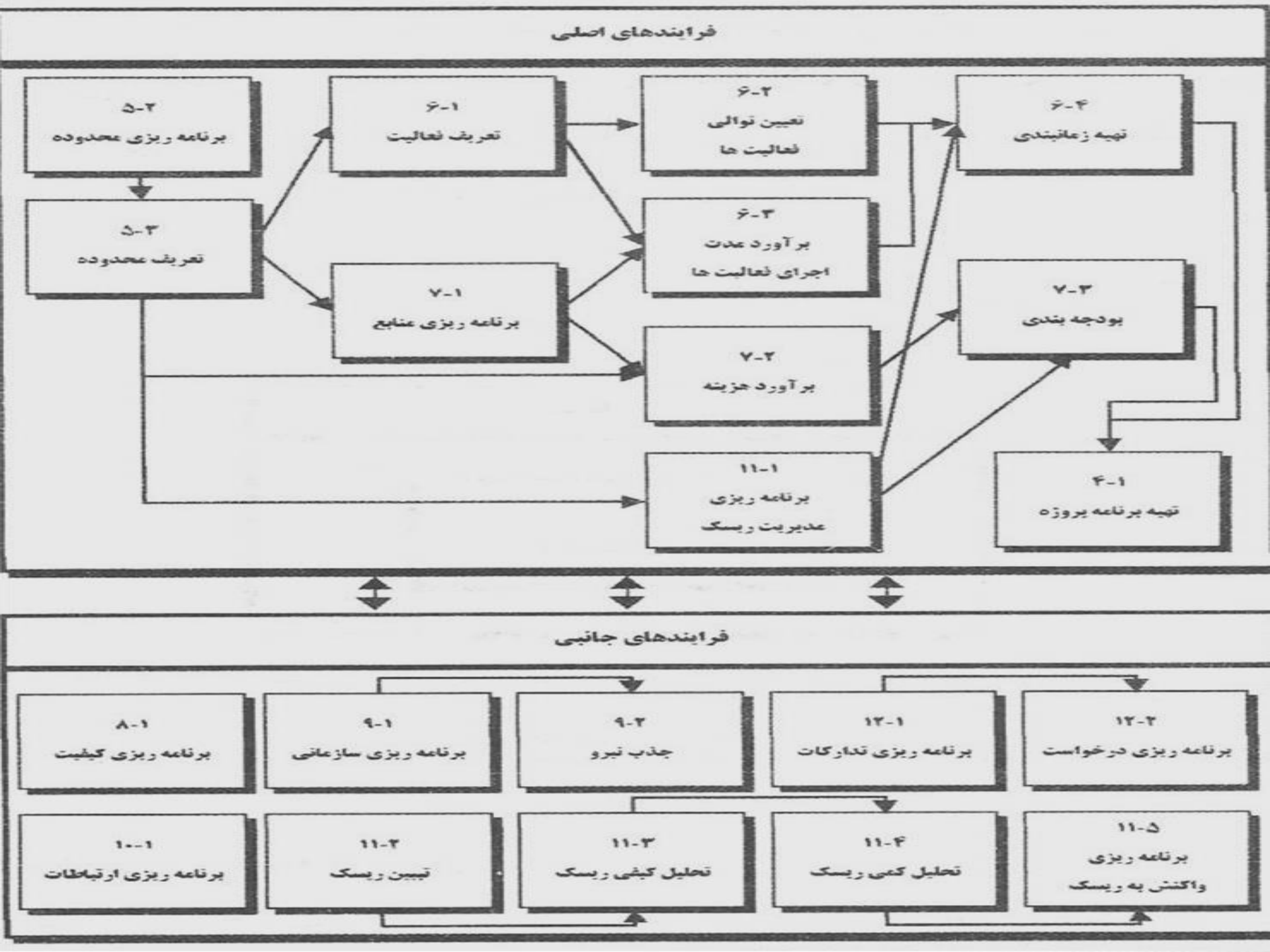
Process Group Knowledge Area	Initiating	Planning	Executing	Controlling	Closing
Project Integration Management	•Develop Project Charter •Develop Project Scope Statement	•Project Plan Development	•Project Plan Execution	•Monitor & Control Project Work •Integrated Change Control	•Close Project
Project Scope Management	•Initiation	•Scope Planning •Scope Definition •Create WBS		•Scope Verification •Scope Control	
Project Time Management		•Activity Definition •Activity Sequencing •Activity Resource Estimating •Activity Duration Estimating •Schedule Development		•Schedule Control	
Project Cost Management		•Resource Planning •Cost Estimating •Cost Budgeting		•Cost Control	
Project Quality Management		•Quality Planning	•Quality Assurance	•Quality Control	
Project Human Resource Management		•Organizational Planning •Staff Acquisition	•Team Development	•Manage Project Team	
Project Communications Management		•Communications Planning	•Information Distribution	•Performance Reporting •Manage Stakeholders	•Administrative Closure
Risk Project Management		•Risk Management Planning •Risk Identification •Qualitative Risk Analysis •Quantitative Risk Analysis •Risk Response Planning		•Risk Monitoring and Control	
Project Procurement Management		•Procurement Planning •Solicitation Planning	•Solicitation •Source Selection	•Contract Administration	•Contract Closeout

فرآیندهای 44 گانه حاصل از جایگاه 9 سطح دانش در5 گروه فرآیندی PMBOK 2004

دانش های 9گانه	گروه های فرآیندی 5 گانه				
مدیریت پروژه	1) آغازین	2) برنامه ریزی	3) اجرایی	4) کنترلی	5) اختتامی
1) مدیریت یکپارچگی	•تهیه چارت پروژه •تهیه سند محدوده	•تهیه برنامه پروژه	•اجرای برنامه پروژه	•کنترل یکپارچه تغییر •کنترل و مانیتور کار	•خاتمه پروژه
2) مدیریت محدوده		•برنامه ریزی محدوده •تعریف محدوده •ایجاد WBS		•ممیزی محدوده •کنترل تغییر محدوده	
3) مدیریت زمان		•تعریف فعالیت ها •تعیین توالی فعالیت ها •برآورد منابع فعالیت ها •برآورد مدت فعالیت ها •تهیه زمان بندی پروژه		•کنترل زمانبندی	
4) مدیریت هزینه		•برآورد هزینه •بودجه بندی هزینه		•کنترل هزینه	
5) مدیریت کیفیت		•برنامه ریزی کیفیت	•تضمین کیفیت	•کنترل کیفیت	

ادامه جدول فرآیندهای 44 گانه حاصل از جایگاه 9 سطح دانش در5 گروه فرآیندی PMBOK 2004

6) مدیریت منابع انسانی		•برنامه ریزی سازمانی •جذب نیروی انسانی	•تشکیل و تکمیل تیم پروژه	•مدیریت تیم پروژه	
7) مدیریت ارتباطات		•برنامه ریزی ارتباطات	•توزیع اطلاعات	•گزارش عملکرد •مدیریت ذینفعان	
8) مدیریت ریسک		•بنامه ریزی ریسک •شناسایی ریسک •تحلیل کیفی ریسک •تحلیل کمی ریسک •برنامه پاسخ به ریسک		•کنترل و مانیتور ریسک	
9) مدیریت تدارکات		•برنامه خرید سفارش •برنامه قرارداد ها	•برگزاری مناقصه •انتخاب برندگان	•ادلره قراردادها	•خاتمه قرارداد


فرایندهای اصلی
۵-۲
برنامه ریزی محدوده
۵-۳
تعریف محدوده
۶-۱
تعریف فعالیت
۷-۱
برنامه ریزی منابع
۶-۲
تعیین توالی
فعالیت ها
۶-۳
برآورد مدت
اجرای فعالیت ها
۷-۲
برآورد هزینه
۱۱-۱
برنامه ریزی
مدیریت ریسک
۶-۴
تهیه زمانبندی
۷-۳
بودجه بندی
۴-۱
تهیه برنامه پروژه
فرایندهای جانبی
۸-۱
برنامه ریزی کیفیت
۹-۱
برنامه ریزی سازمانی
۹-۲
جذب نیرو
۱۳-۱
برنامه ریزی تدارکات
۱۳-۲
برنامه ریزی درخواست
۱۰-۱
برنامه ریزی ارتباطات
۱۱-۲
تبیین ریسک
۱۱-۳
تحلیل کیفی ریسک
۱۱-۴
تحلیل کمی ریسک
۱۱-۵
برنامه ریزی
واکنش به ریسک

۱–گروه فرآیندهای آغازین
(Initiating Process Group)

فعالیت های لازم برای اخذ مجوزها واختیارات رسمی شروع یک پروژه را گویند. خلاصه این فعالیتها شامل دو مرحله اصلی زیر است :

گروه فرآیندهای آغازین
(Initiating Process Group)

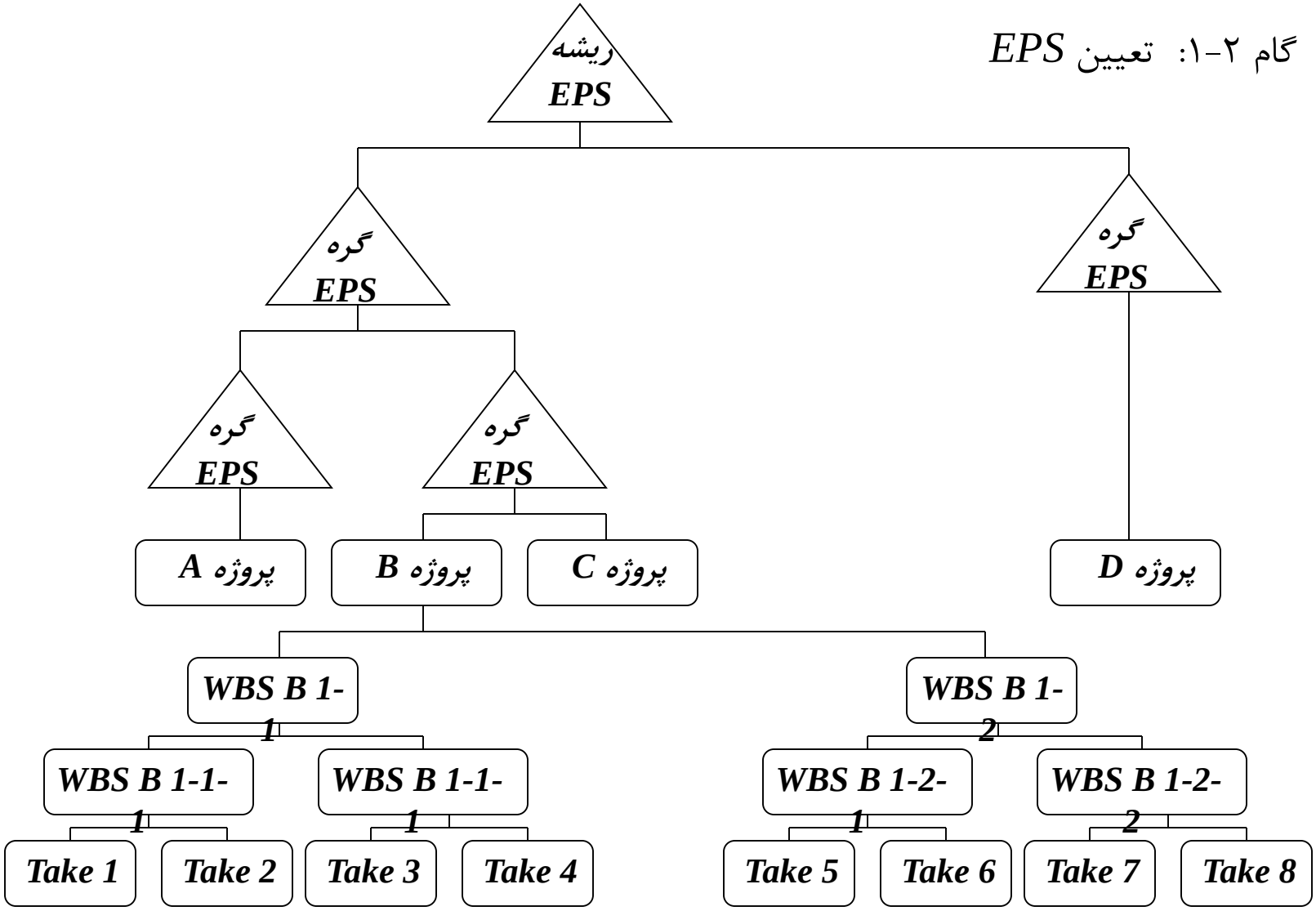
۱- **تهیه چارت پروژه** (project Charter) **: شامل اخذ مجوزهای پروژه ، اقدامات اولیه** Project Kick-off **، شناسایی حامی مالی (** Sponsor **) ، ذینفعان و افراد کلیدی و نیاز و حمایتهای آنها ، مستند سازی نیازها، تشکیل تیم آغازین پروژه و مدیر آن ، برنامه ها ، جلسات مذاکره و رویه های کنترلی آغازین ، بیانیه پروژه** SOW(Statement of Work) **و... می شود . بسیاری از این کارها خارج از محدوده پروژه انجام می شوند.**

گروه فرآیندهای آغازین
(Initiating Process Group)

۲ – ایجاد بیانیه (اولیه) محدوده پروژه (Develop Project Scope Statement**) :این سند شامل مستندات نیازهای تحویل شدنی های اصلی ، محدوده های اصلی یا مرزهای پروژه ، روشهای تایید و کنترل سطح بالای محدوده می شود .**

گام دوم: تعیین جایگاه پروژه در ساختار سازمانی و نمودار *EPS* پروژه

گام ۲-۱: تعیین *EPS*



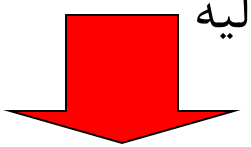
گام اول: تهیه منشور پروژه (*Project Charter*)

اختیارات

مجوزها

محدودیتهای اصلی پروژه

سند منشور اولیه



پاسخ به سوالات

چه اقلام اصلی را می خواهید ایجاد کنید؟

برای چه کسانی؟

در چه زمانی؟

با چه هزینه ای؟

گام اول: تهیه منشور پروژه (*Project Charter*) (ادامه...)

گام ۱-۱: تشکیل تیم مرحله آغازین پروژه و مدیر آن

گام ۱-۲: شناسایی ذینفعان و حامی مالی پروژه و نیاز آنها

گام ۱-۳: تعیین اقلام اصلی قابل تحویل پروژه منطبق با نیاز ذینفعان

گام ۱-۴: شناسایی و تعیین محدودیتهای پروژه و نیازهای اولیه

گام ۱-۵: تعیین متدولوژی برای تایید و کنترل پروژه

گام ۱-۶: تایید و امضای منشور پروژه به وسیله ذینفعان

چند نکته مهم در مورد مدیر پروژه

۱– مدیر پروژه باید جایگاهی مناسب داشته باشد تا بتواند تأثیر لازم را بر مدیران رده بالا و کارمندان ارشد ودون پایه بگذارد.

۲– کارفرما باید با توجه به شرایط اقتدار و آزادی عمل لازم را به مدیر پروژه تفویض کند تا باعث کاهش زمان و هزینه از حد پیش بینی شود

۳– مدیر پروژه باید بیشتر از آنکه فنی باشد مردمی باشد.

۴– بهتر است مدیر پروژه از فعالیت های خارج پروژه آزاد باشد تا بتواند بیشتر پیگیر کارهای پروژه باشد.

۵– مدیر پروژه باید برنامه های آموزشی متعدد را برگزار کند تا تمام سطوح سازمان از خوصوصیات و محدودیتهای برنامه ریزی شبکه ای آگاه باشند.

۶– روشن ساختن این موضوع که برنامه ریزی شبکه ای یک وسیله کیفری نیست تعهد و قبول مسئولیت ایجاد نموده و وسیله ای برای کمک است نه اسلحه ای برای حمله به دیگران.

- **اجرای موفقیت آمیز پروژه مستلزم درنظرگرفتن خواسته های ذینفعان است.**

ذینعفان داخلی :

1. حامی مالی پروژه
2. کارفرما
3. مدیر پروژه
4. تیم پروژه
5. مشتریان پروژه
6. مشاور
7. پیمان کاران

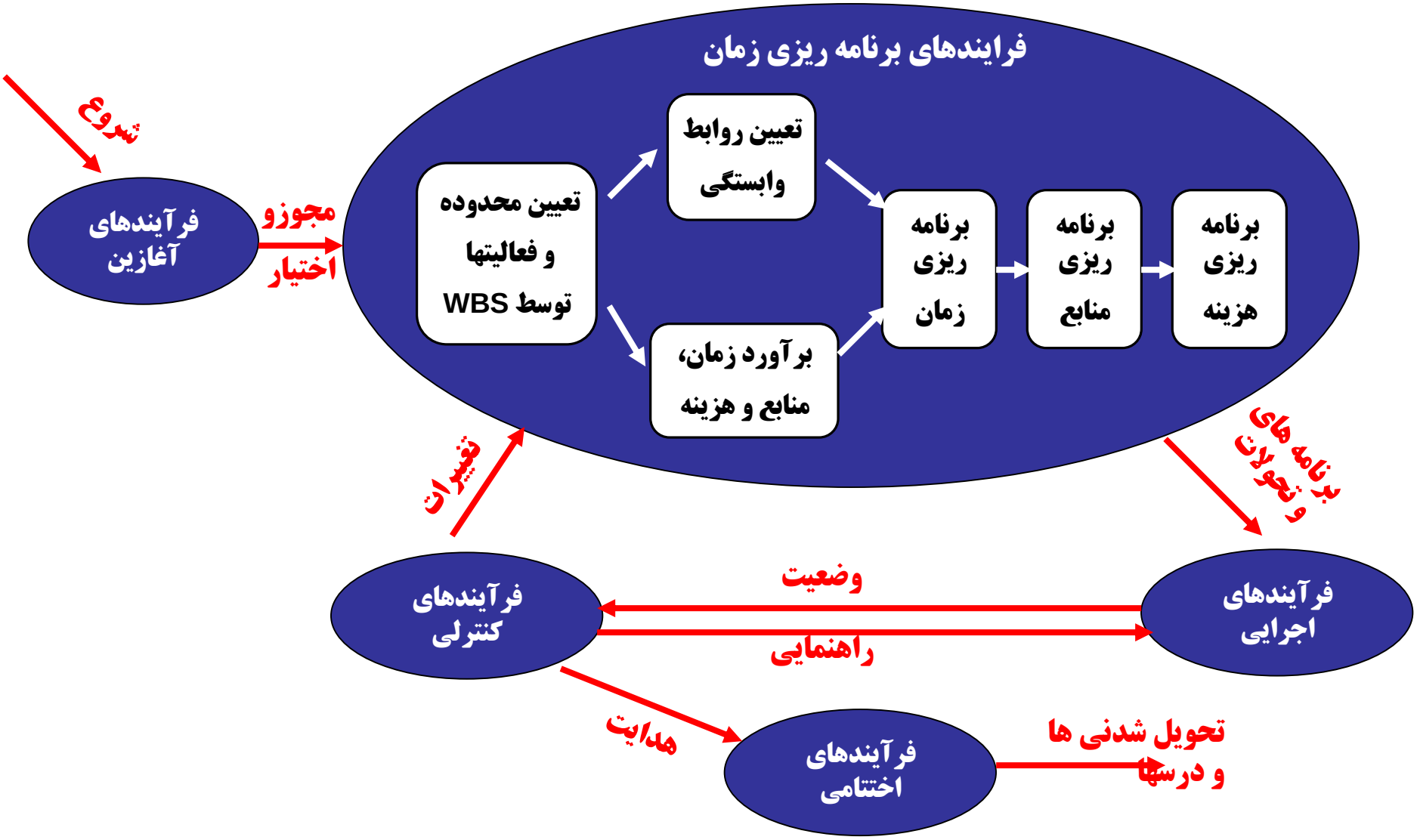
ذینفعان خارجی :

1. رقبا
2. رسانه ها
3. کمیسیون ها
4. سازمان های قانون گذار
5. سهام داران
6. خریداران
7. طرف داران محیط زیست ...

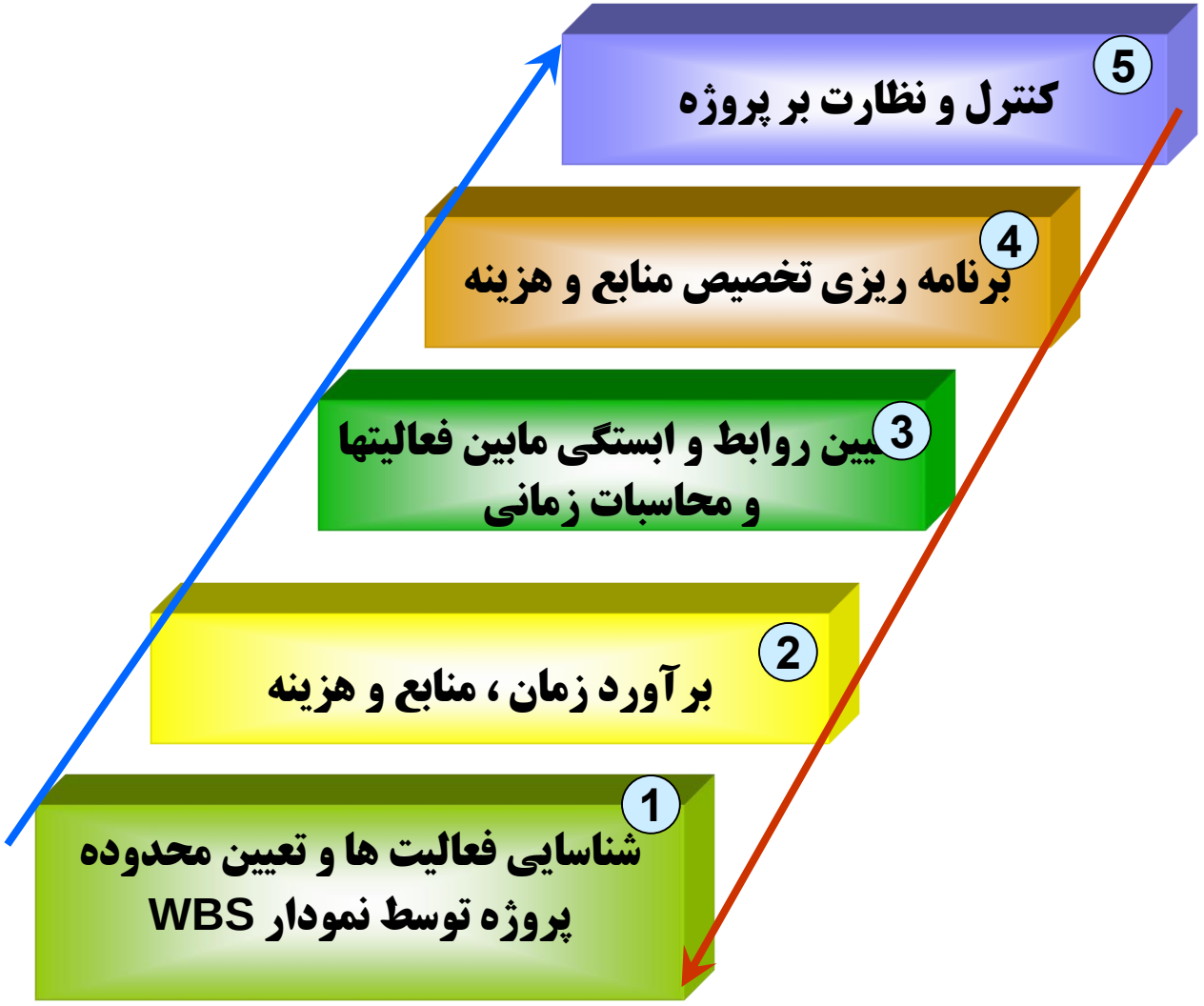
۲–گروه فرآیندهای برنامه ریزی
(Planning Process Group)

این فعالیتها بسیار وسیع تر از فعالیتهای زمانبندی پروژه (Project Scheduling) **هستند . در واقع** Scheduling **زیر مجموعه** Planning **است .**

فرآیند برنامه‌ریزی پروژه در بین سایر مراحل مدیریت پروژه



گامهای برنامه ریزی و کنترل زمان



گام اول برنامه ریزی

شناسایی فعالیت ها و تعیین محدوده پروژه

توسط نمودار WBS

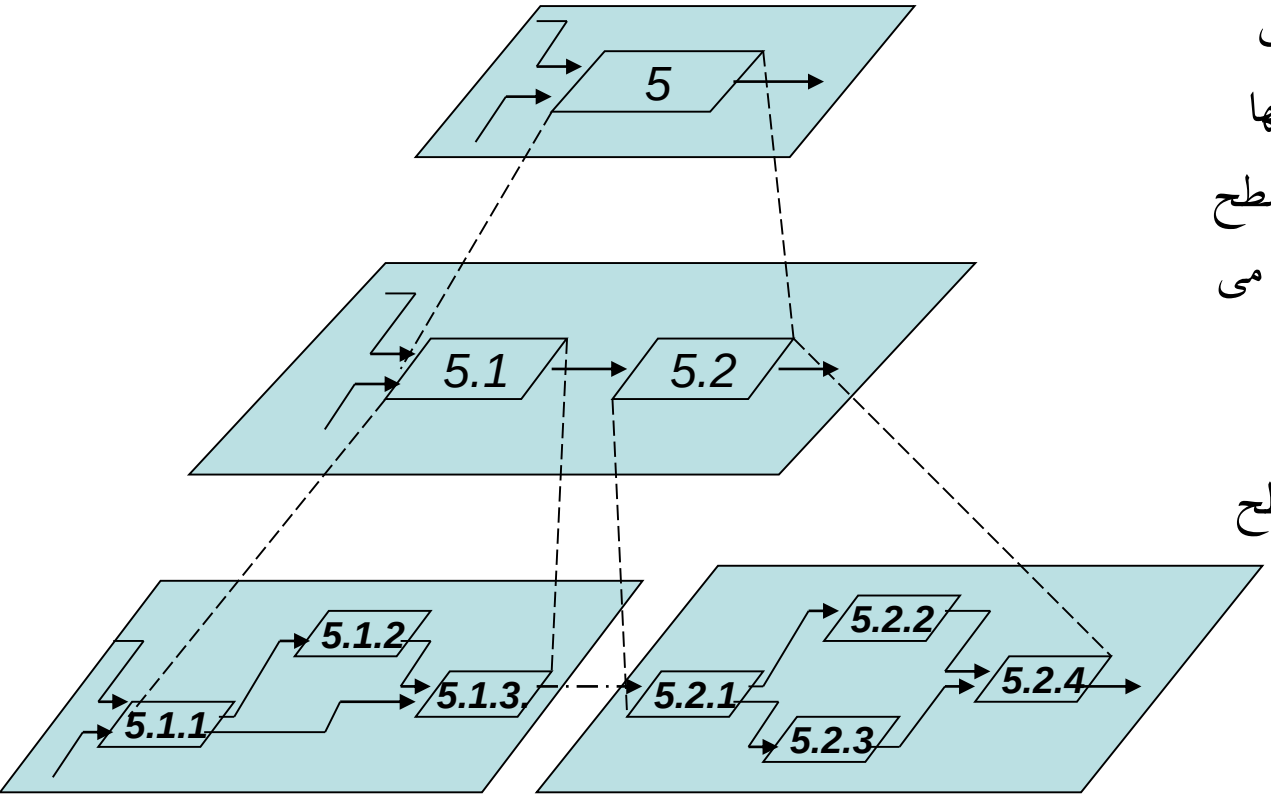
مدیریت پروژه زبان مشترک ایجاد می کند

- یکی از مهمترین تکنیکهای ایجاد زبان مشترک نمودار WBS است
- نمودار WBS قلب مدیریت پروژه است تمام تکنیکهای بعدی وابسته به آن است.

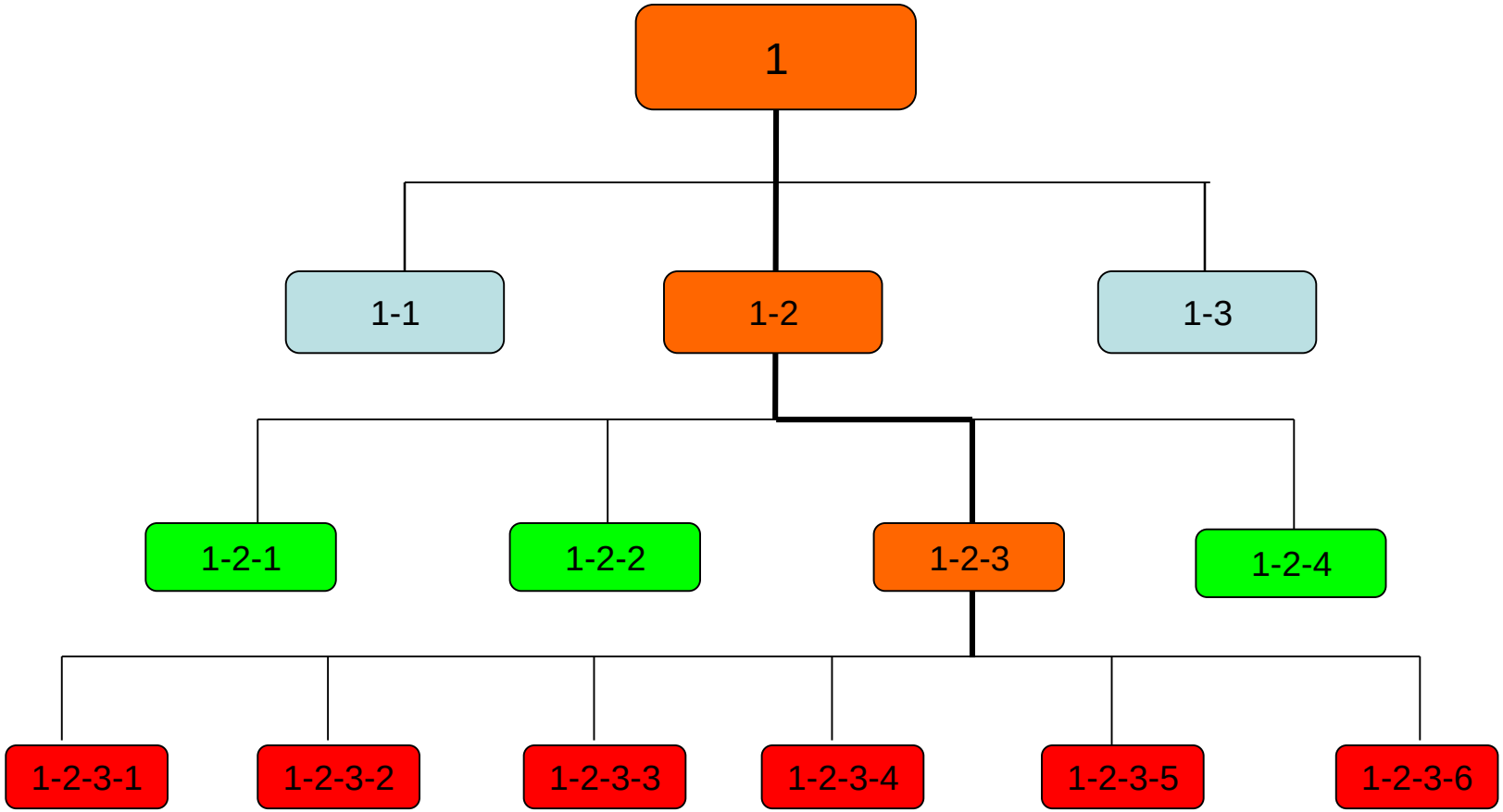
شناسایی فعالیت های پروژه به وسیله رسم نمودار WBS

- **آشنایی با نمودار WBS**

در این روش، از سیستم سلسله مراتبی (Hierarchical) برای تعریف فعالیتها استفاده می شود. ابتدا نام پروژه در سطح اول به عنوان یک فعالیت مادر نوشته می شود برانوشته می شود. در سطح دوم پروژه به قسمتهای اصلی تقسیم می گردد. سپس هر فعالیت اصلی در سطح بعدی به اجزای کوچکتر شکسته می شود. درصورت نیاز به همین ترتیب تقسیم باکسها ادامه می یابد.

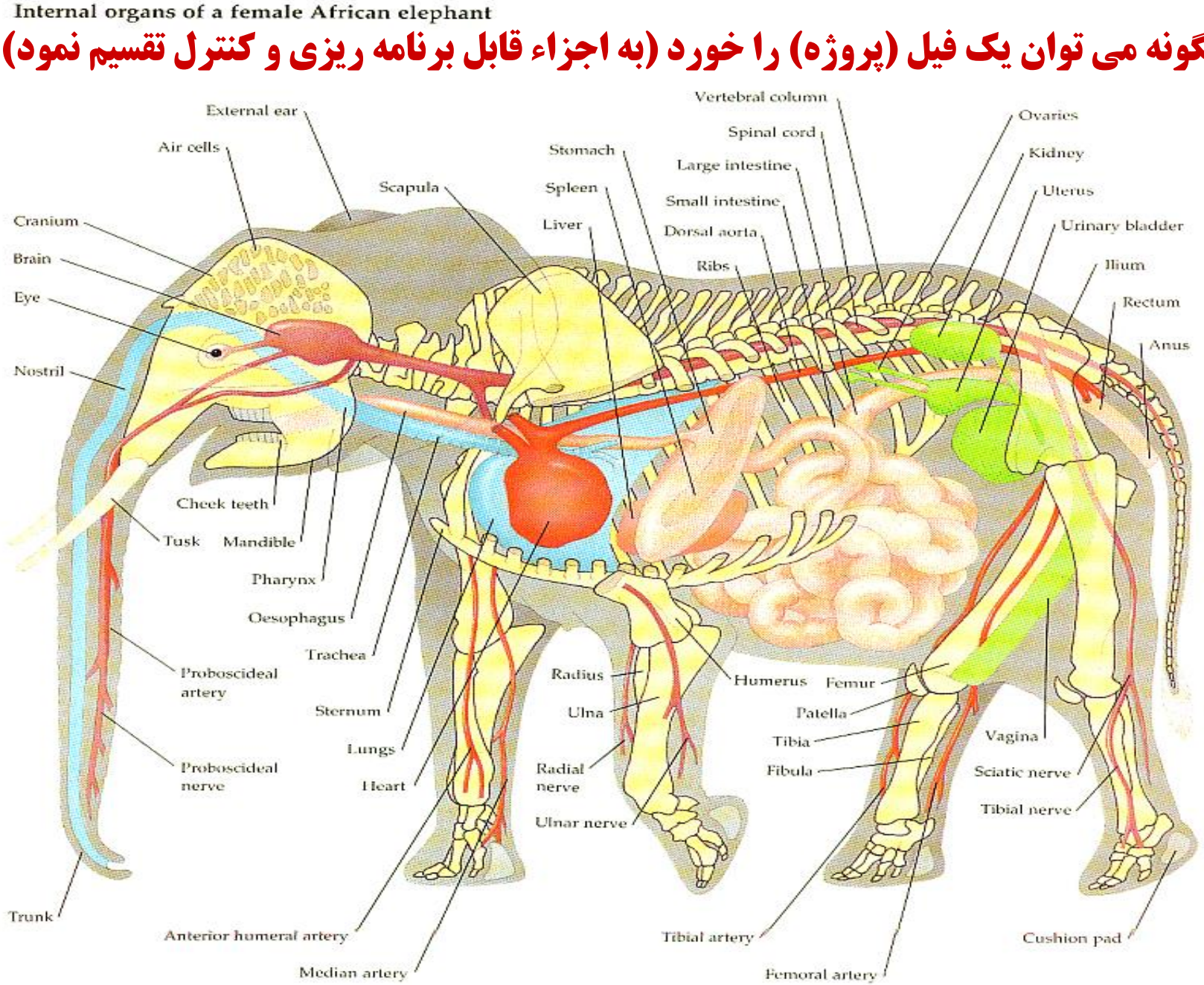


نمایش WBSیک پروژه اغلب توسط یک نمودار سلسله مراتبی مانند چارت سازمانی صورت می گیرد

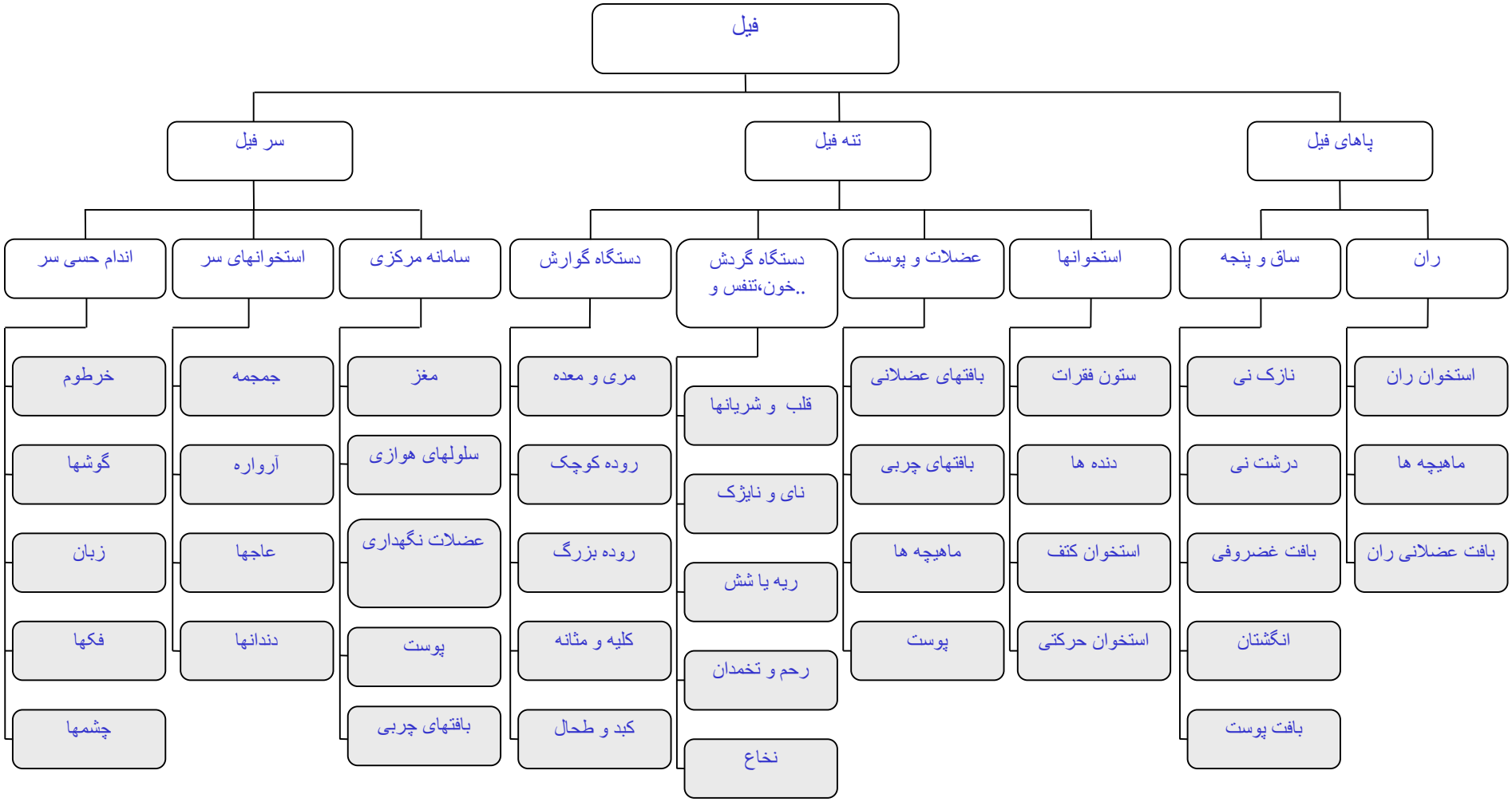


WBS برای پاسخ به این پرسش است که:

چگونه می توان یک فیل (پروژه) را خورد (به اجزاء قابل برنامه ریزی و کنترل تقسیم نمود).

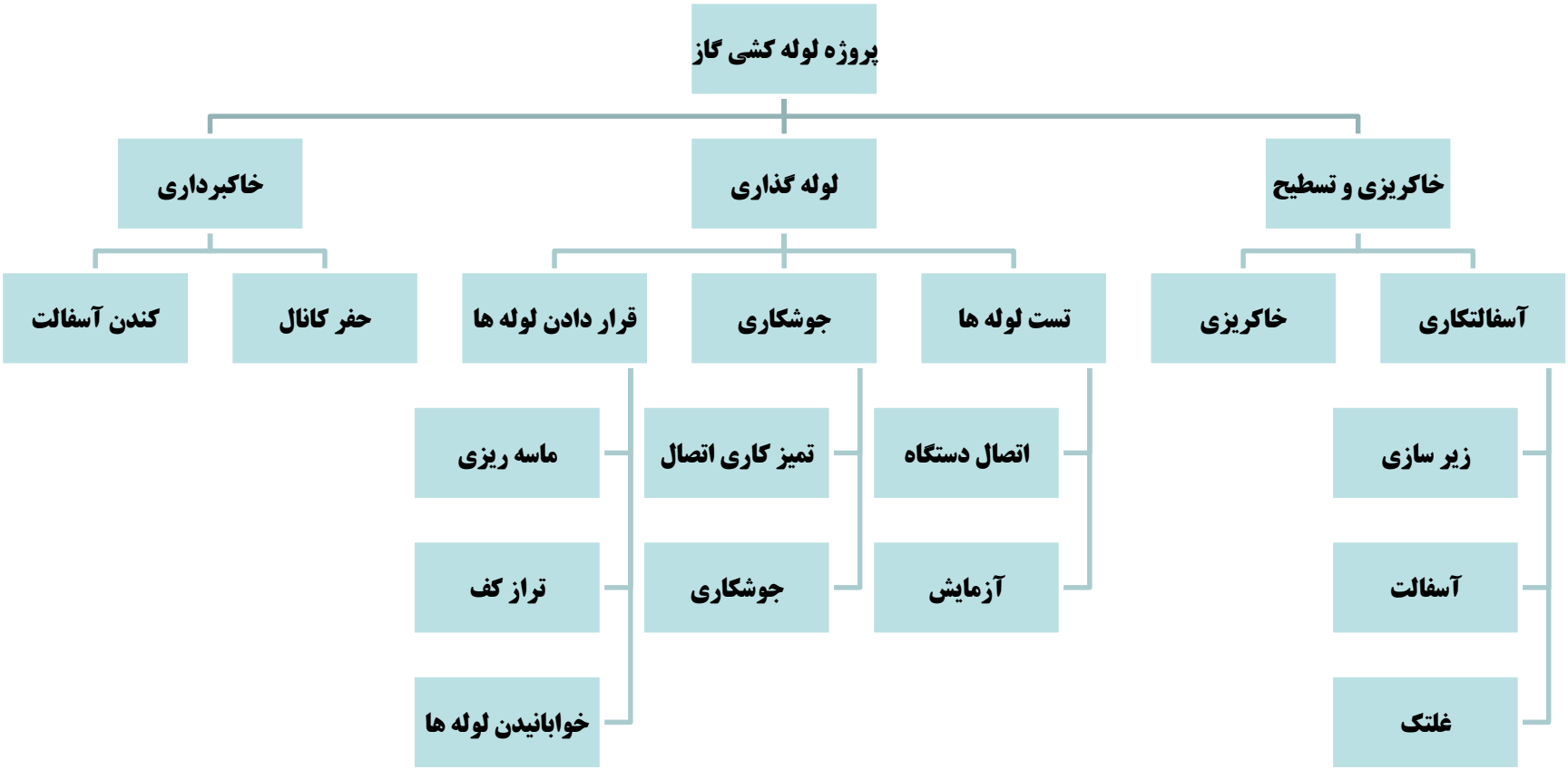


نمودار WBS فیل



شکل 2-4- ساختارشکست فیل شکل 2-3

آشنایی با نحوه تهیه نمودار WBS



تعریف فعالیت Activity or Task

فعالیت کوچکترین واحد کنترل در نمودار WBSاست که سطح بعدی نداشته و دارای زمان بوده و معمولا نیازمند منابع و هزینه است

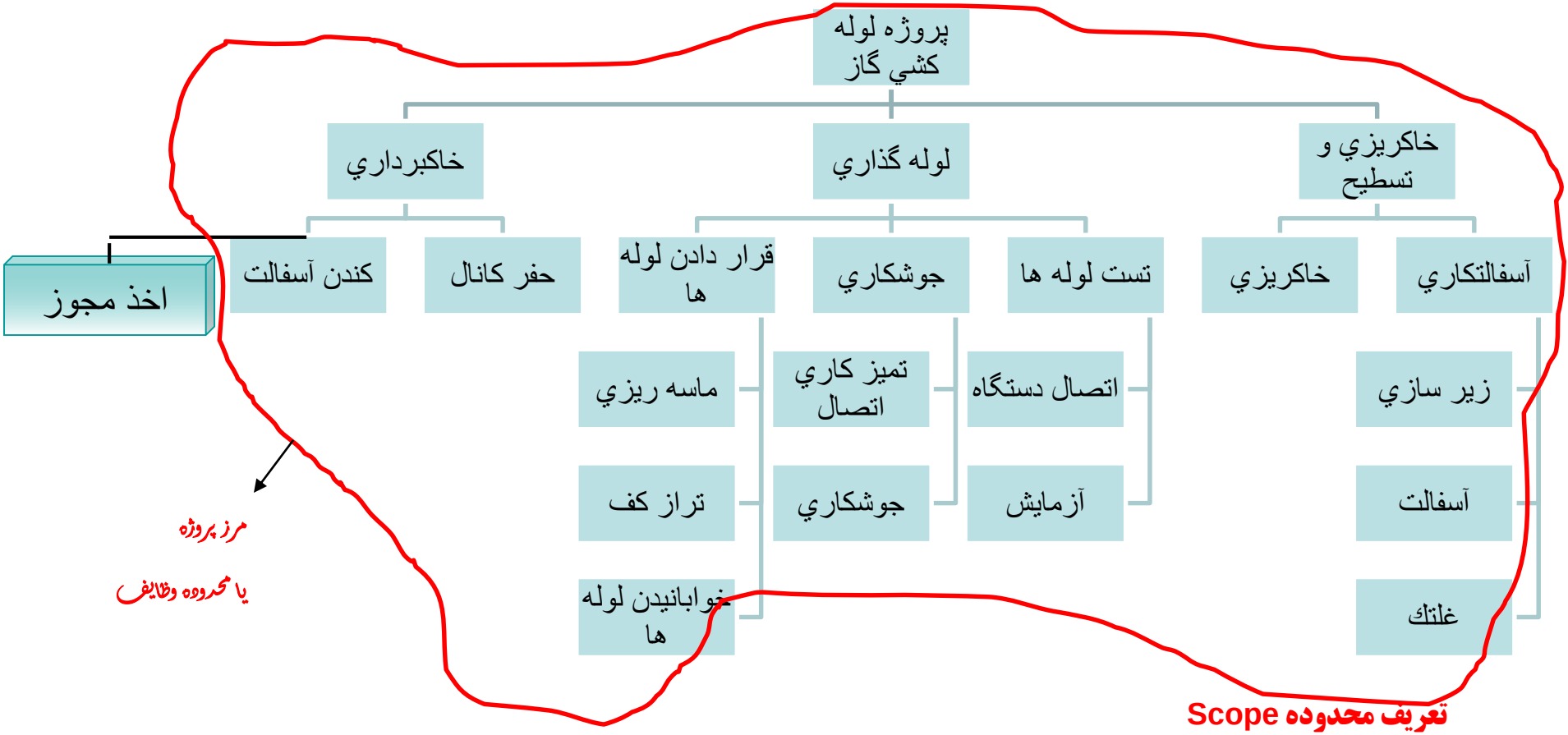
اهداف تهیه WBS

1. شناسایی فعالیتهای پروژه
2. تعیین محدوده پروژه

نکته : تعیین روابط وابستگی مابین فعالیتها جزو اهداف WBS نیست بنابراین هنگام تهیه WBS به روابط وابستگی توجهی نمی کنیم.

دومین هدف WBS

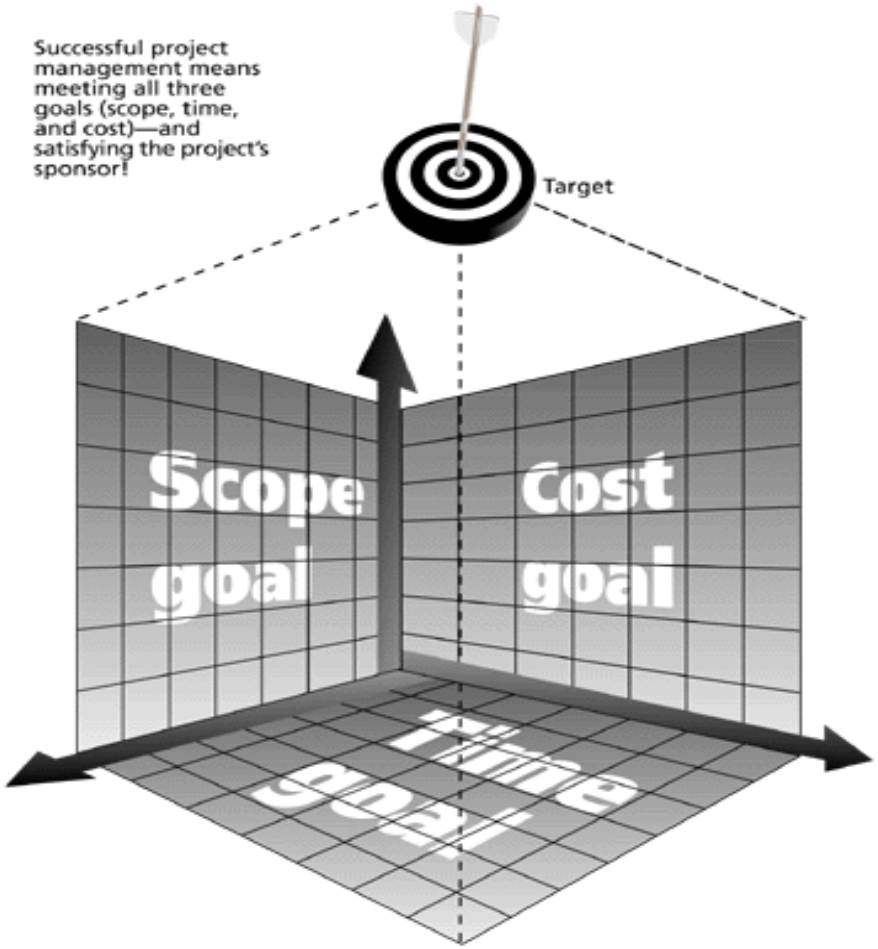
WBS محدوده یا مرز کارهایی که در پروژه باید انجام شود را مشخص می کند



تصمیم در مورد حذف یا اضافه کردن یک باکس به WBS که مرزهای وظایفی که باید در پروژه انجام شود را مشخص می کند.

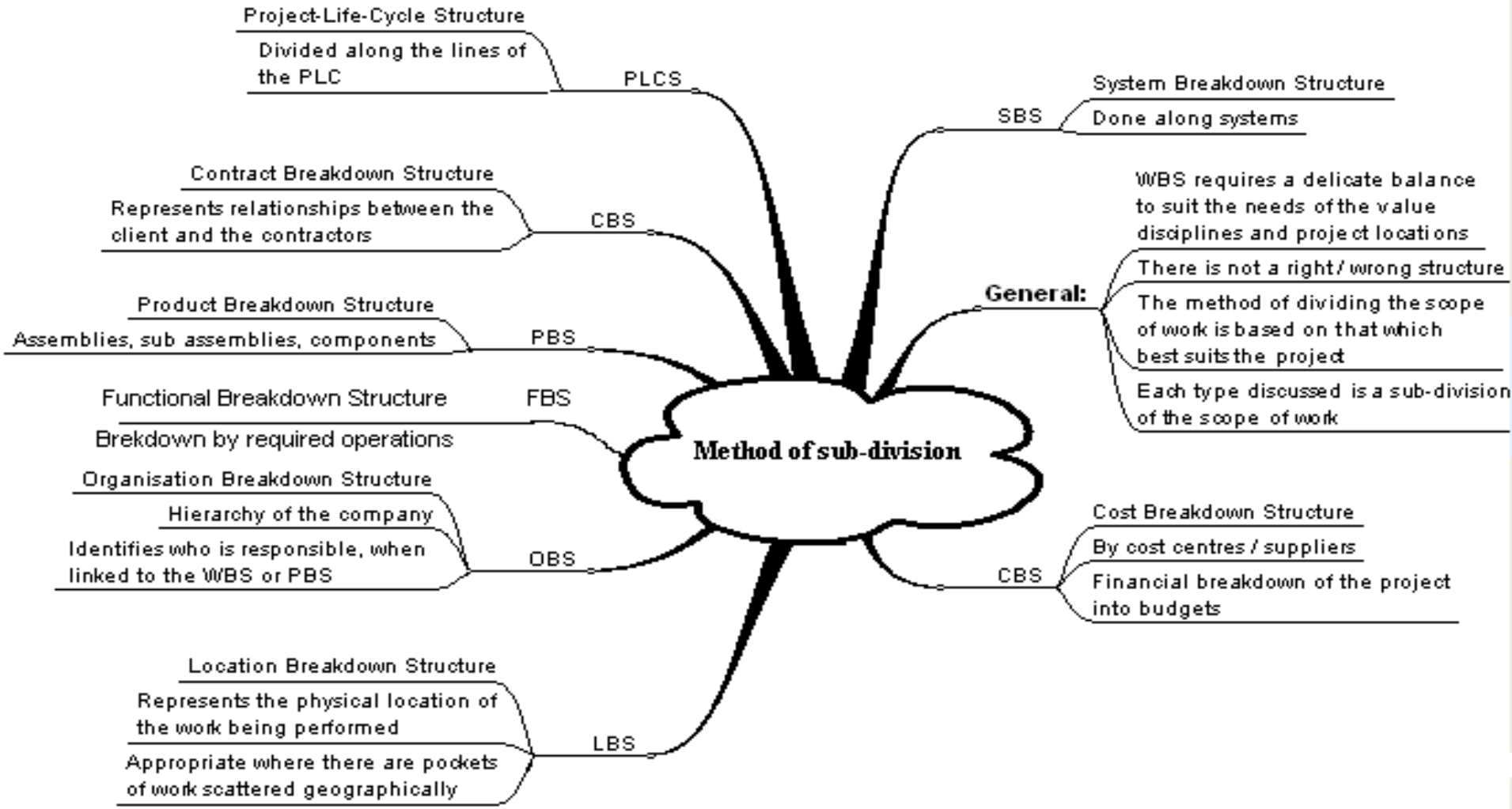
محدودیت های سه گانه درمدیریت پروژه

1. **اهداف محدوده** (Scope Goals)
2. **اهداف زمانی** (Time Goals)
3. **اهداف هزینه** (Cost Goals)



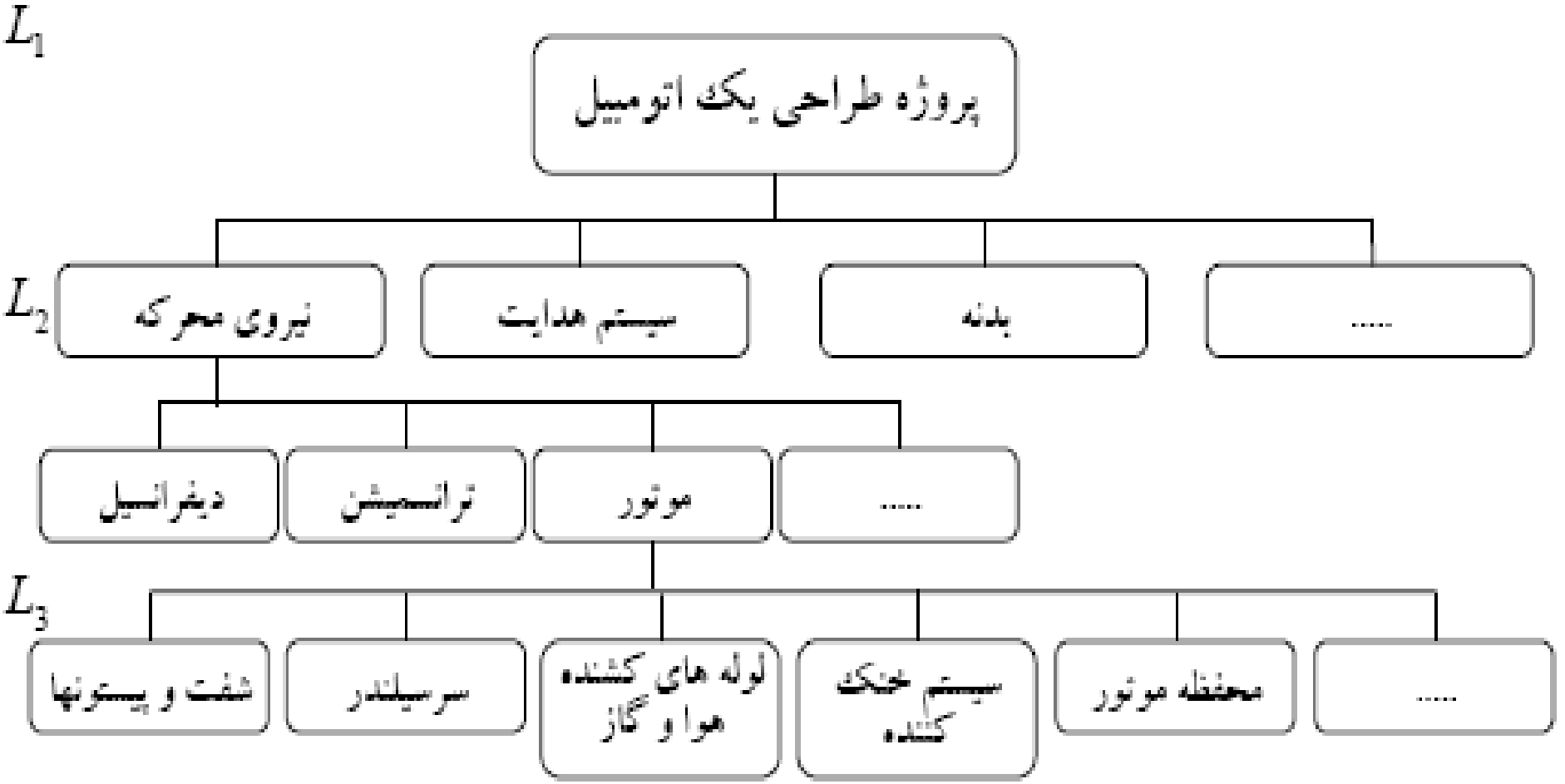
تعیین محدوده پروژه با در نظر گرفتن تعامل مابین زمان و بودجه از رسالتهای مدیریت پروژه و انجام به موقع پروژه می باشد.

روشهای تهیه WBS



روشهای کلی تهیه نمودار WBS

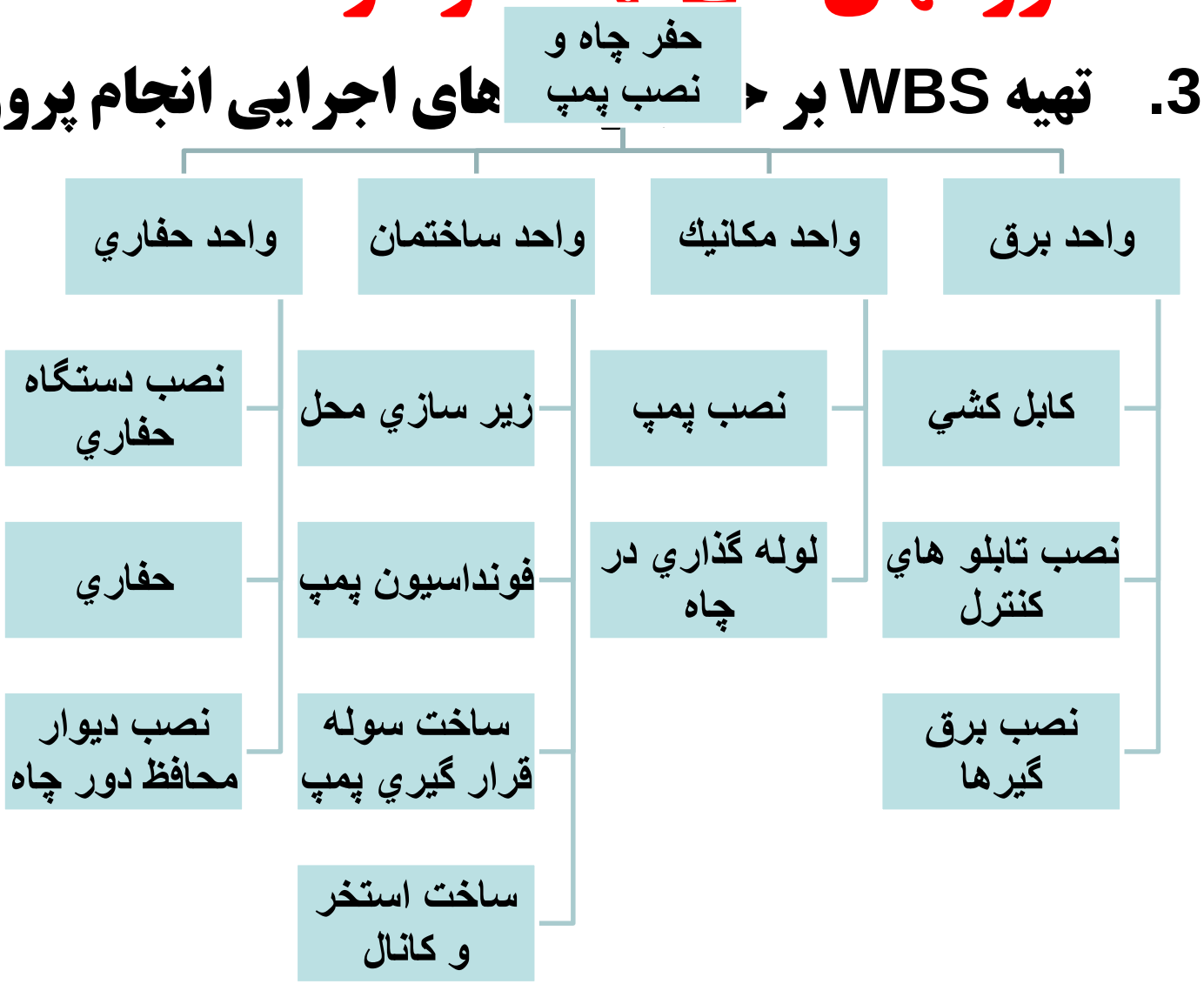
2. تهیه WBS بر حسب دمونتاژ محصول نهایی



شکل ۲-۱۰- نمودار A/P BS ساختار مونتاژ یا دمونتاژ یک اتومبیل

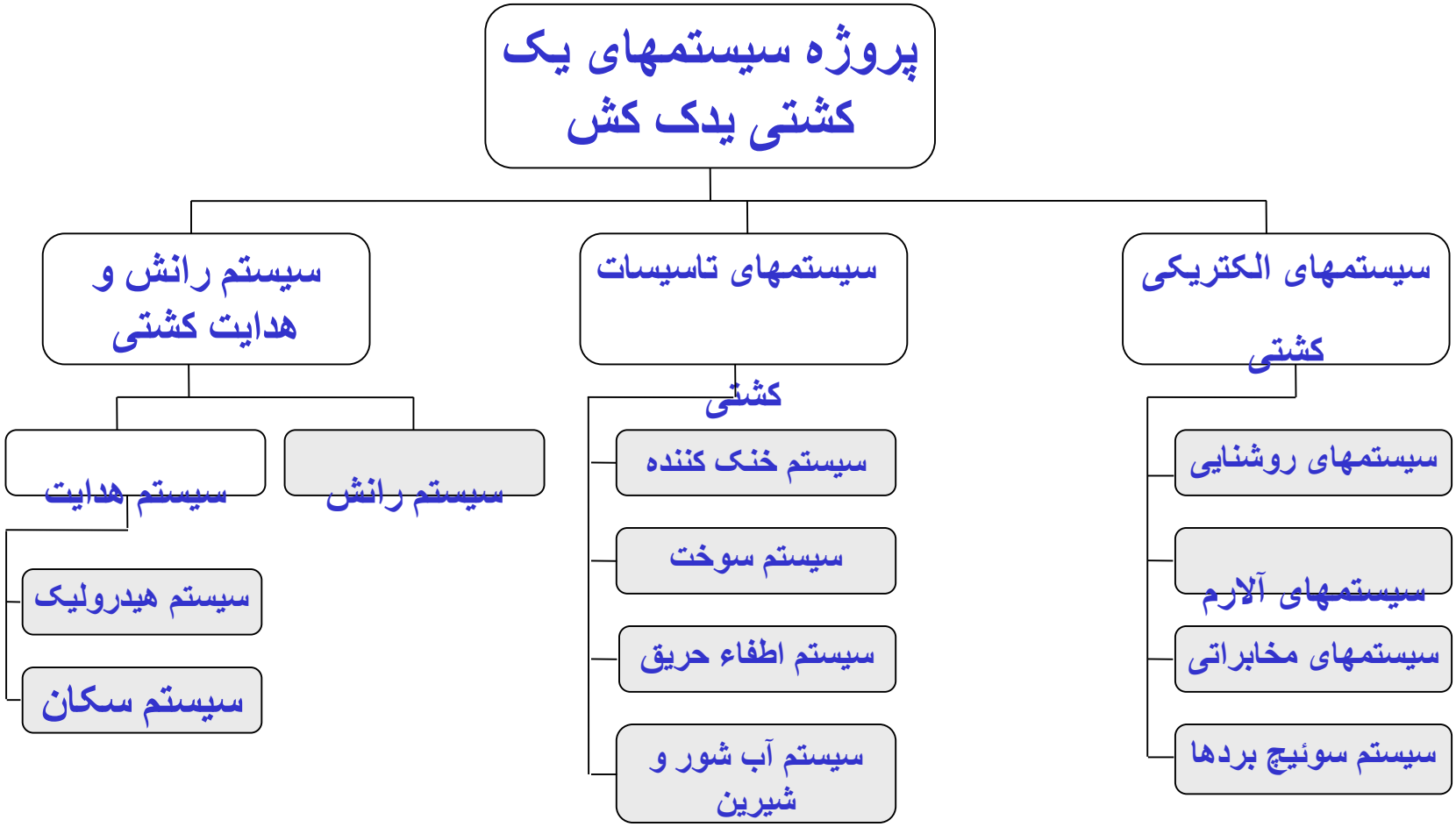
روشهای کلی تهیه نمودار WBS

3. تهیه WBS بر ◄ های اجرایی انجام پروژه



روشهای کلی تهیه نمودار WBS

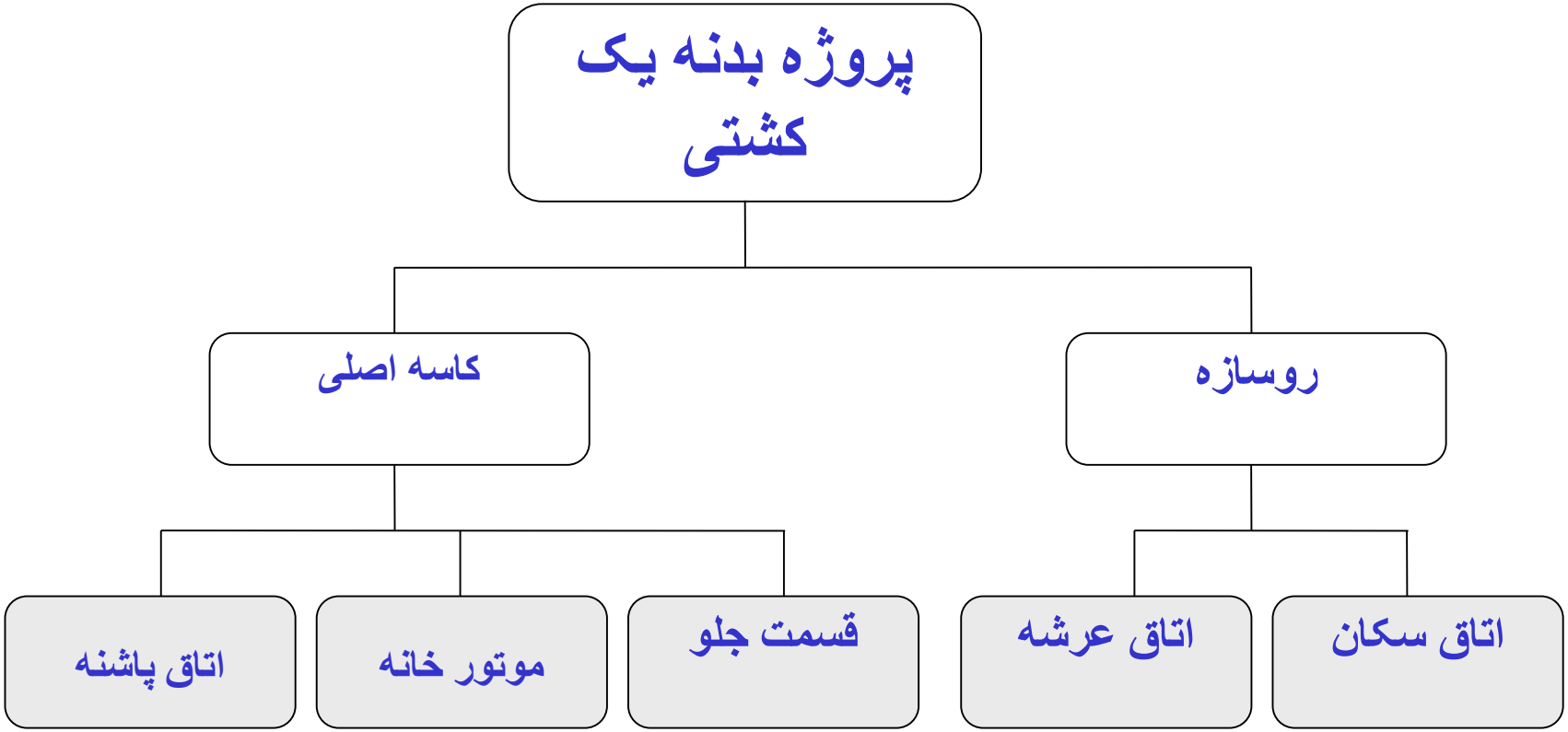
4. تهیه WBS بر حسب سیستمها SBS



شکل 2-3- تهیه WBS براساس B.S. یک فروند کشتی یدک کش System

روشهای کلی تهیه نمودار WBS

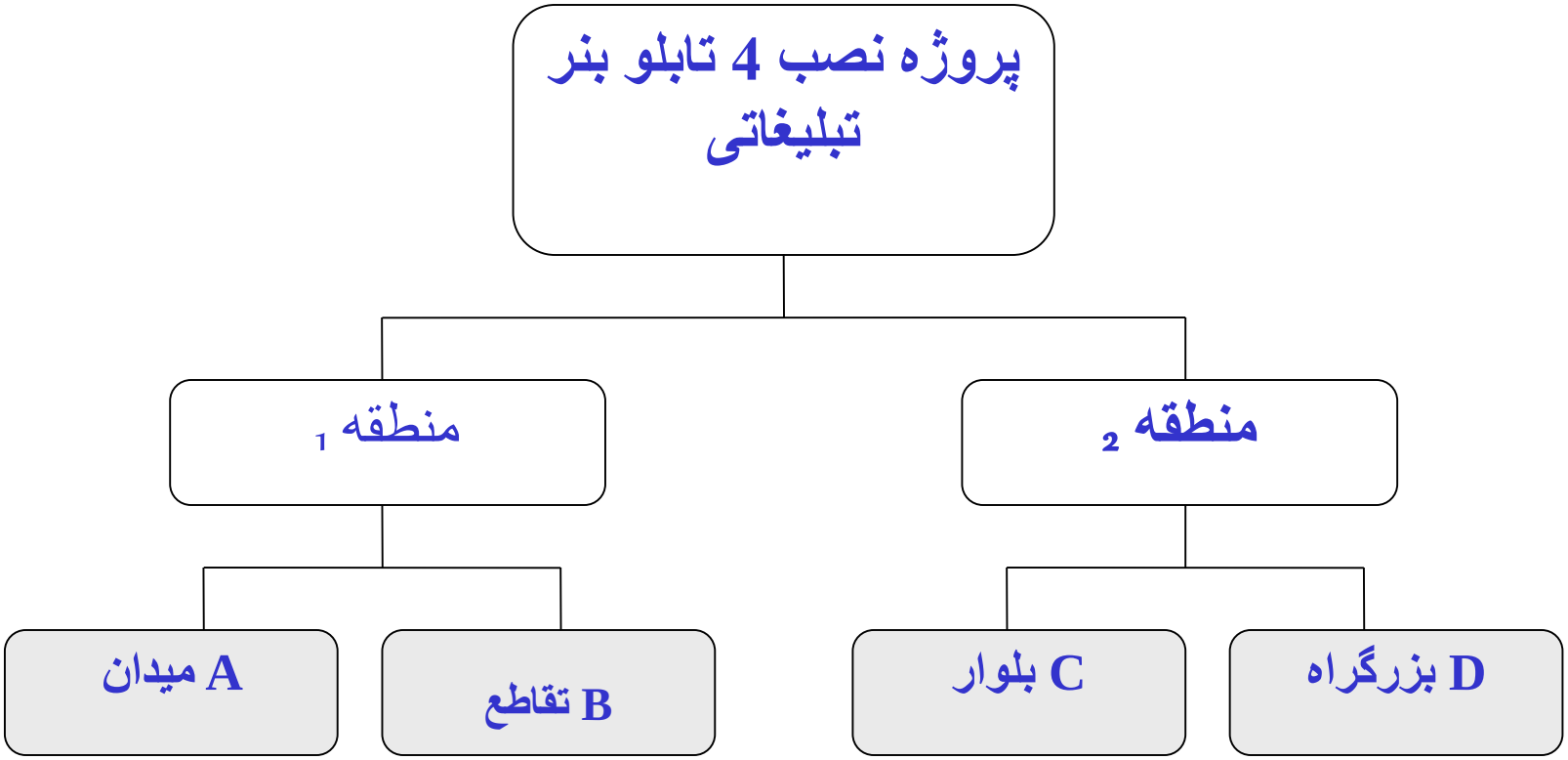
5. تهیه WBS بر حسب قسمتهای قابل حمل TBS



Transport B. S. بدنه یک فروند کشتی یدک کش بر اساس TBS شکل 2-3- تهیه

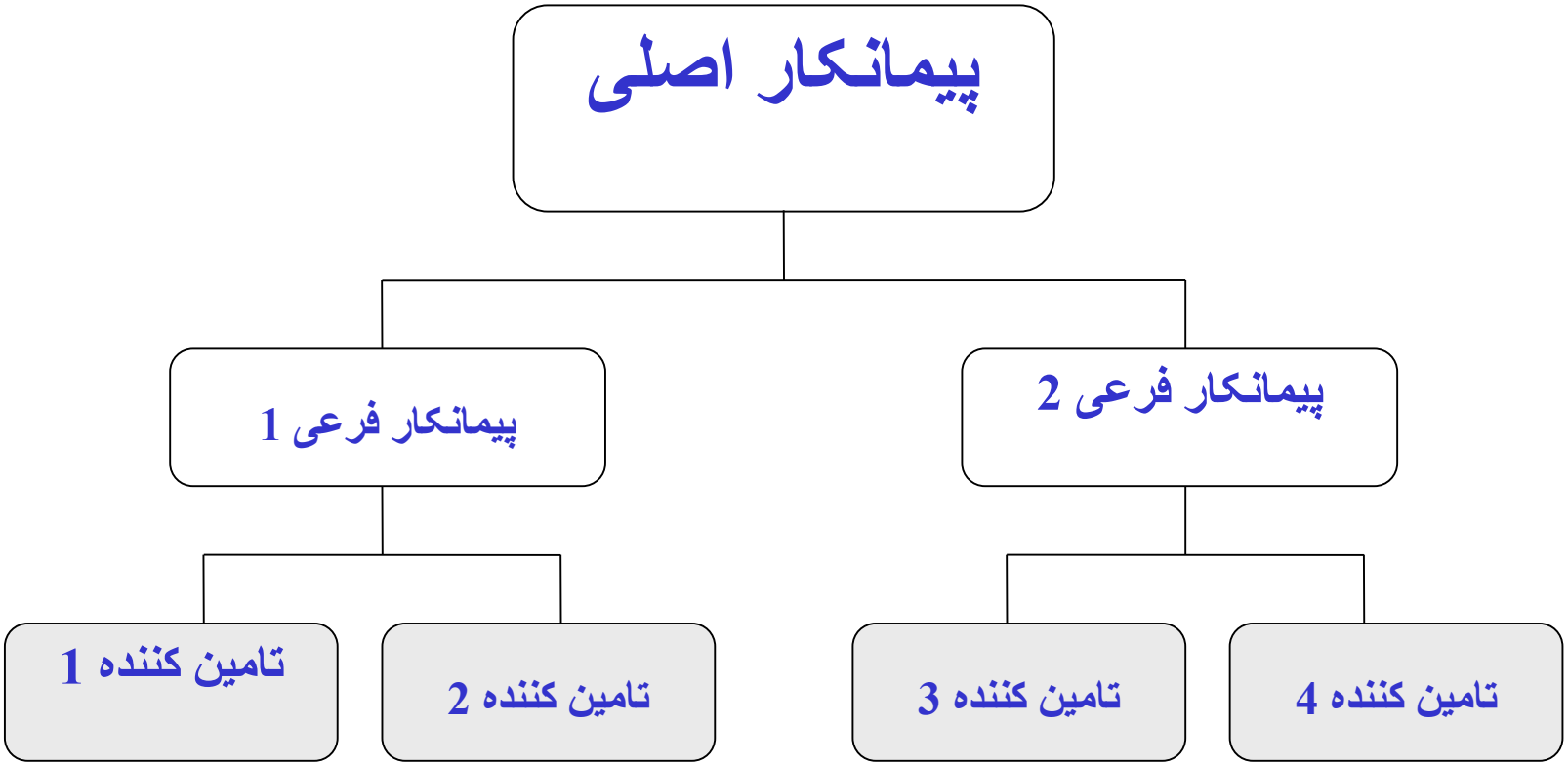
روشهای کلی تهیه نمودار WBS

6. تهیه WBS بر حسب موقعیتهای مکانی LBS



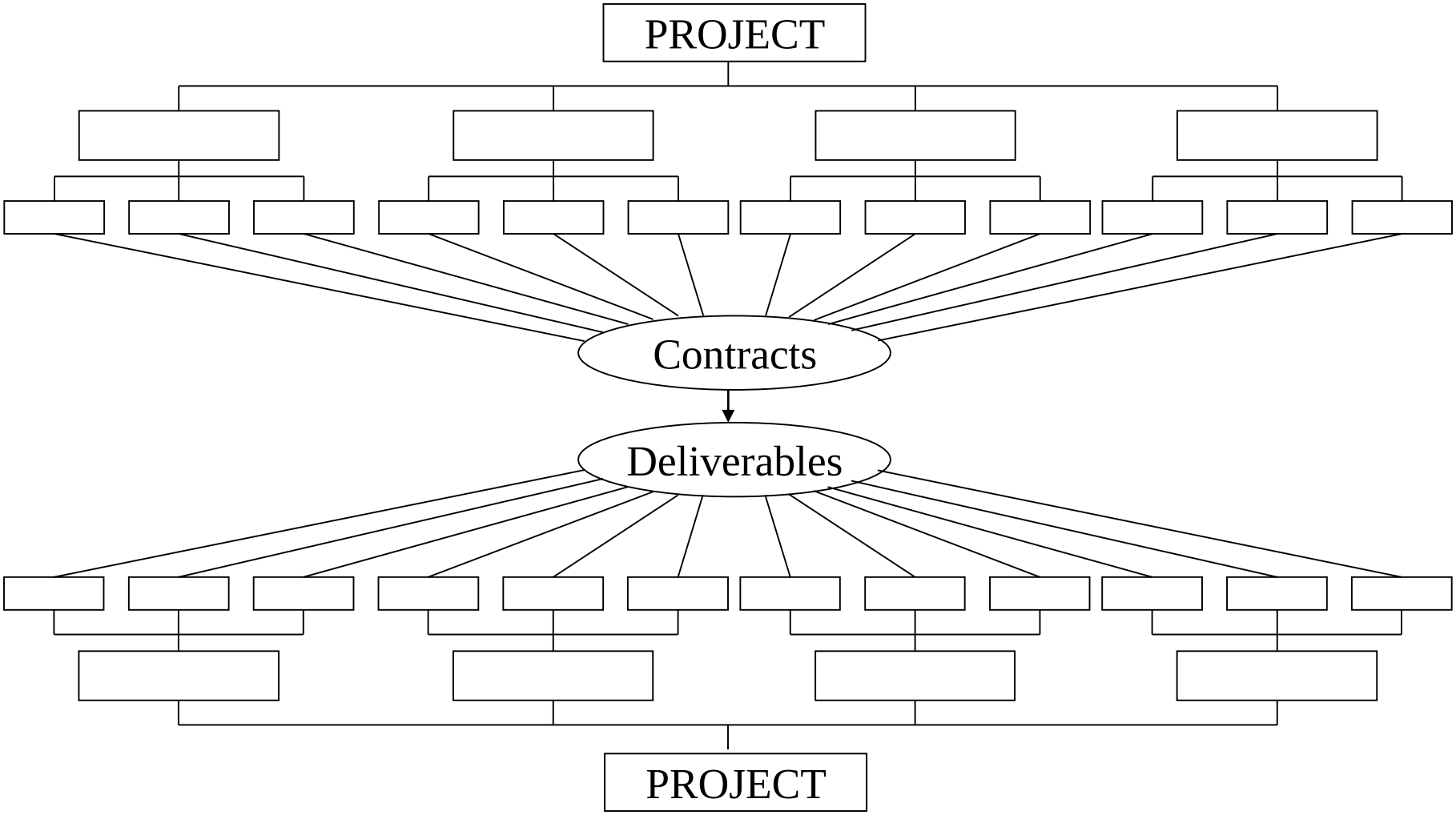
روشهای کلی تهیه نمودار WBS

7. تهیه WBS بر حسب پیمانکاران اصلی و فرعی CBS



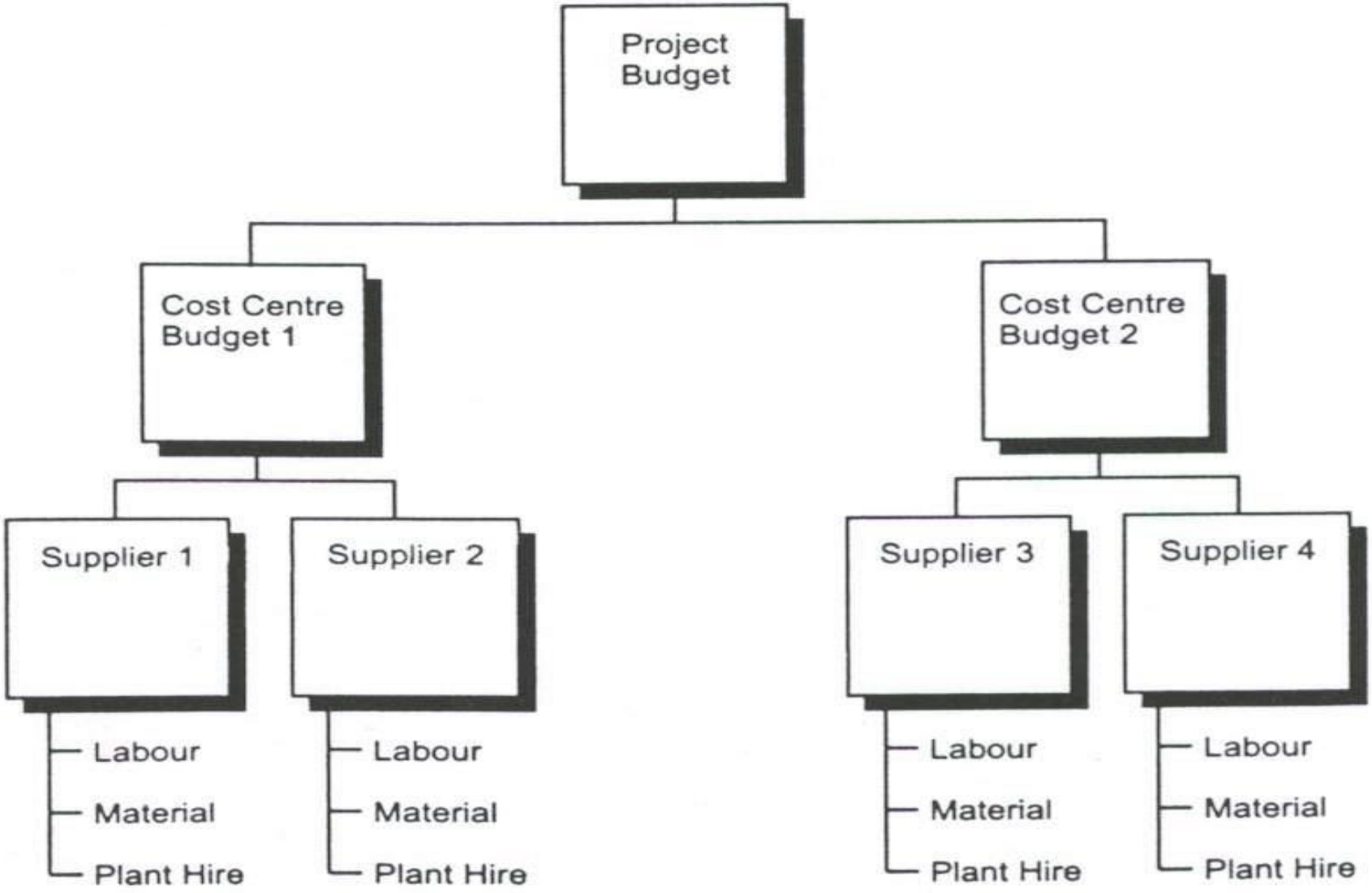
Contractor B. S. براساس تعهدات پیمانکاران و تامین کنندگان WBS شکل 2-3- تهیه

تعیین محدوده تحویل شدنی ها باید منطبق با نیاز مشتری و قرارداد صورت گیرد

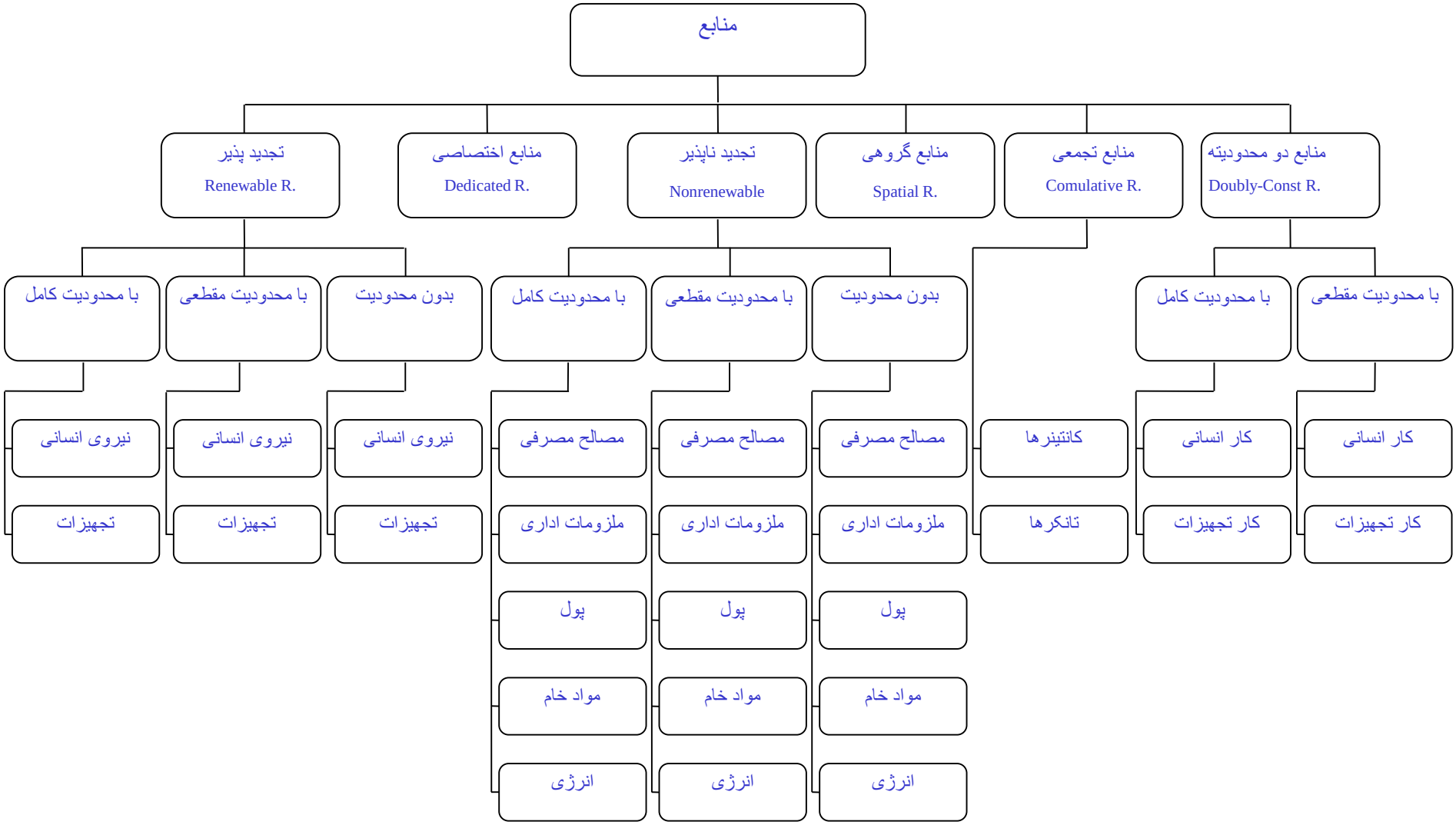


روشهای کلی تهیه نمودار WBS

8. تهیه WBS بر حسب واحدهای هزینه ای CBS

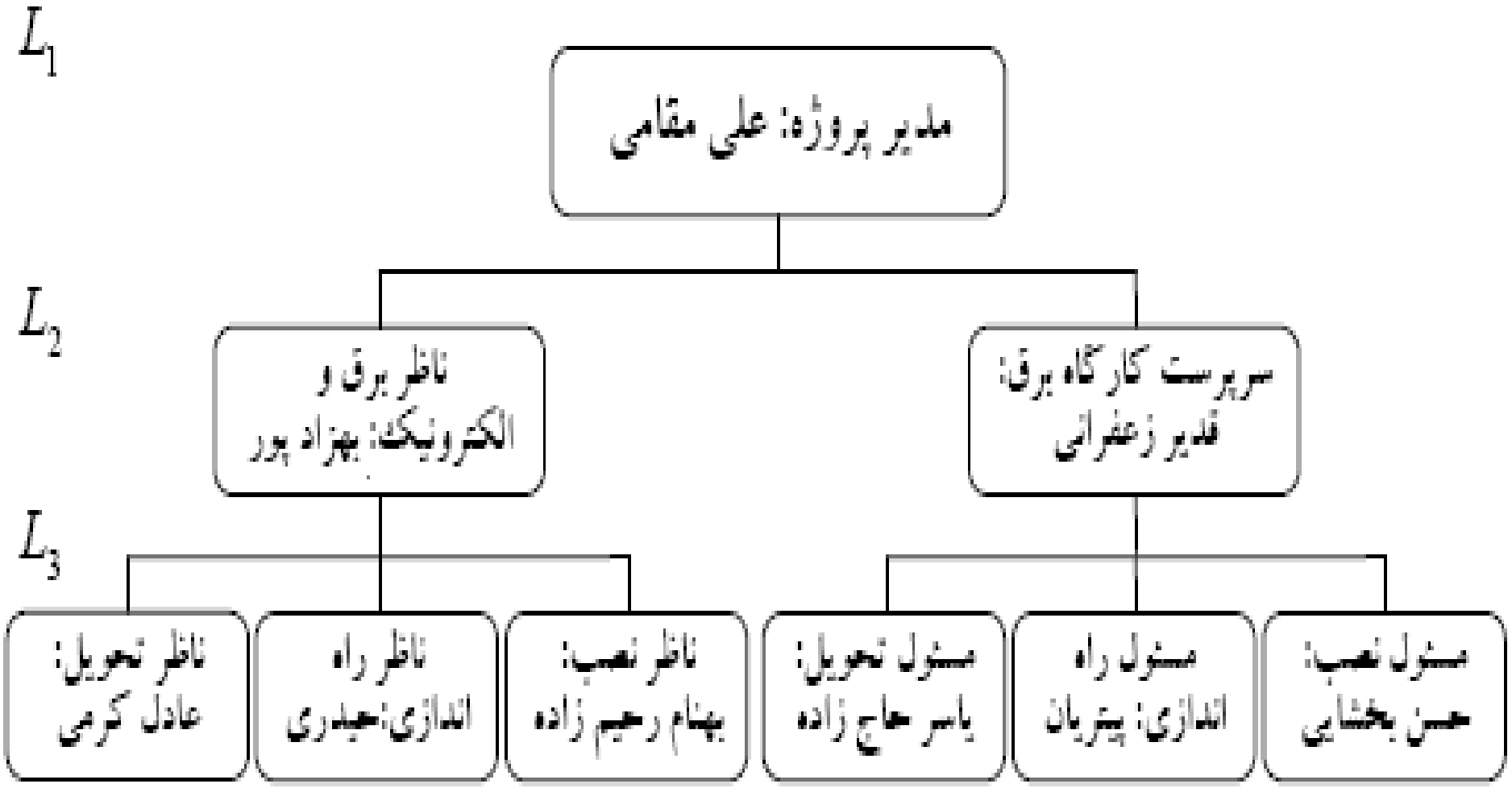


9. تهیه WBS بر حسب منابع RBS



شکل 2-18- ساختارشکست منابع در پروژه

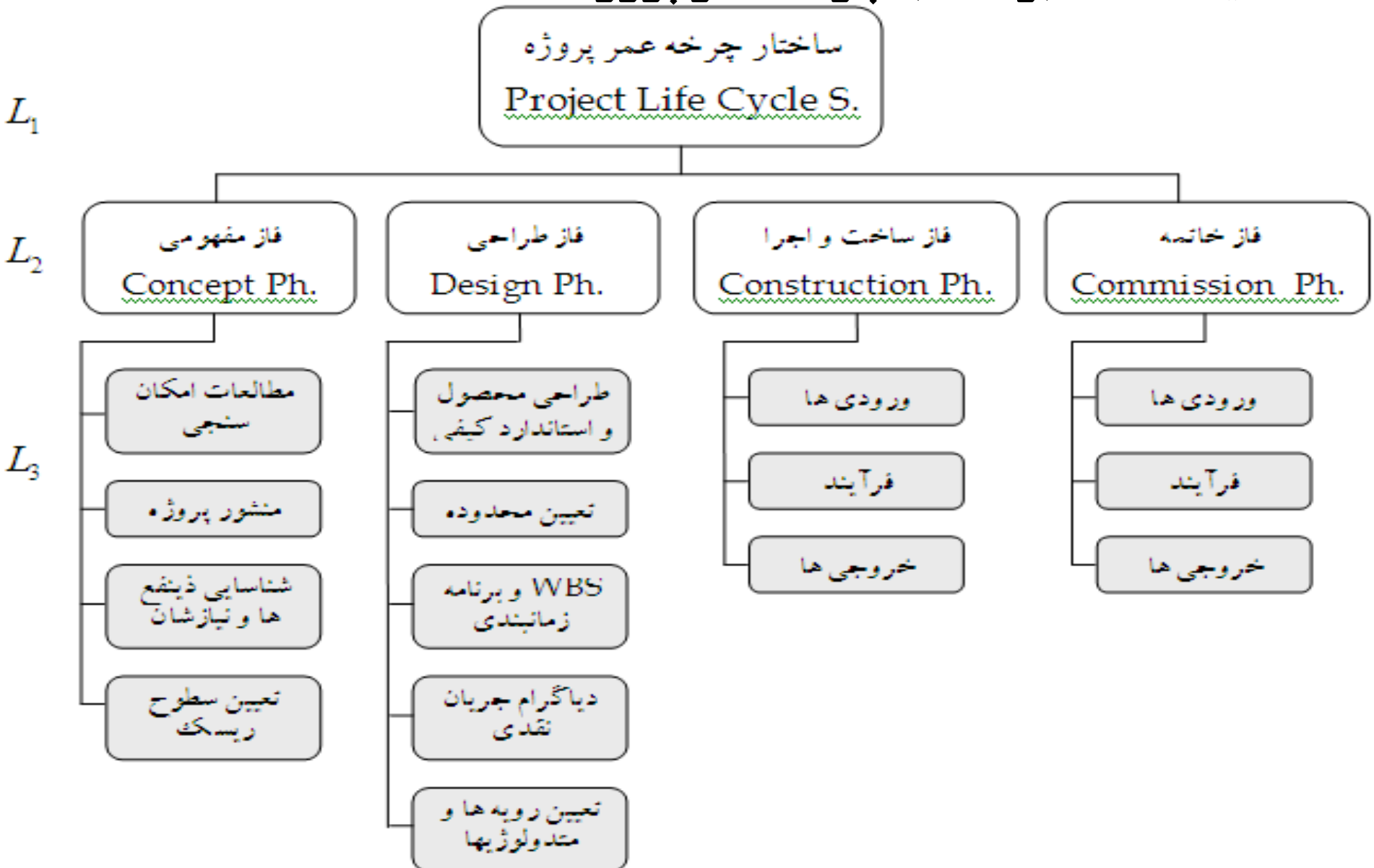
Organizational Breakdown Structure



شکل ۲-۱۷- نمودار OBS برق و الکترونیک یک فروند یدک کش ۱۲۰۰ اسب بخار

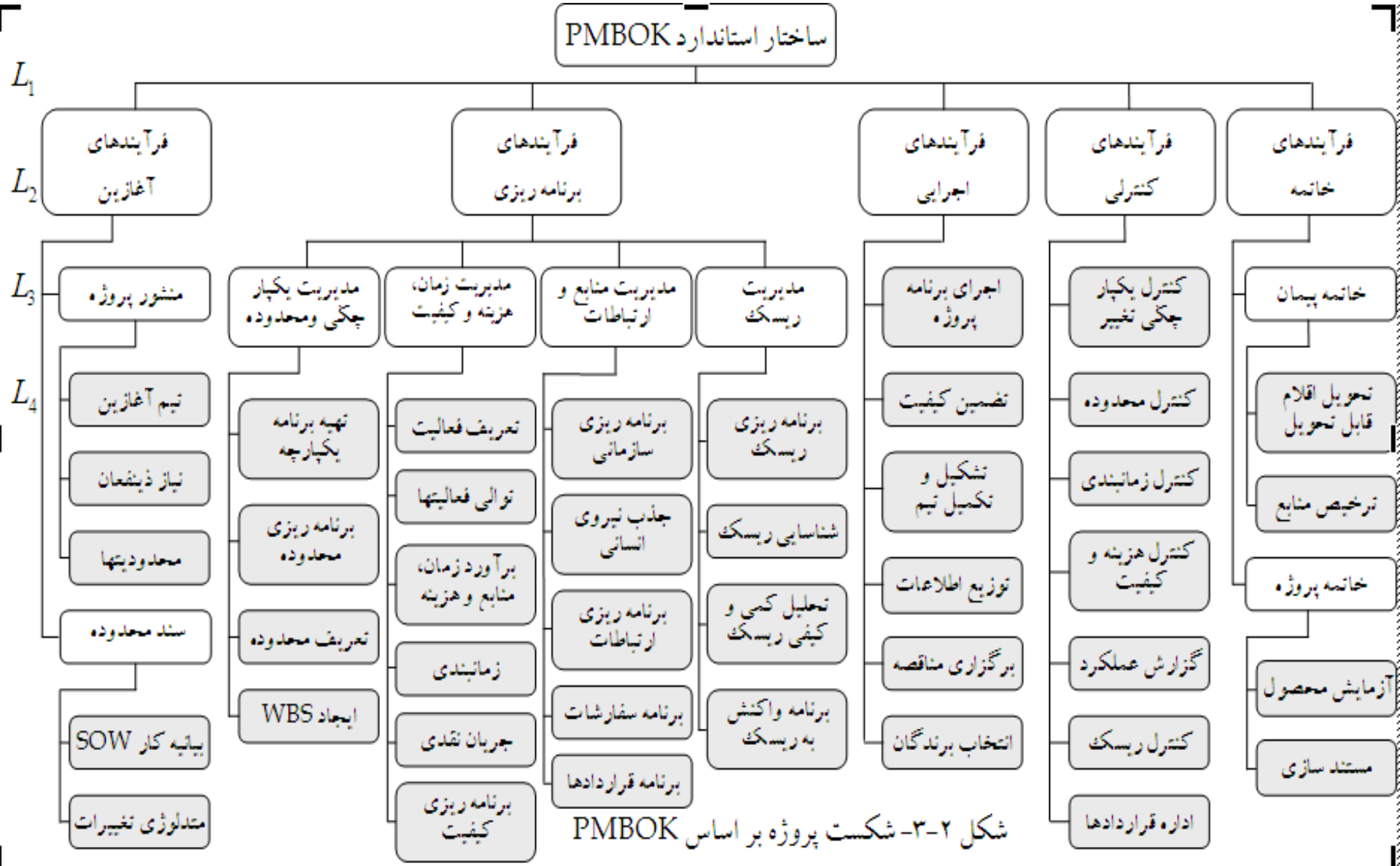
روشهای کلی تهیه نمودار WBS

10. تهیه WBS بر حسب چرخه عمر پروژه Project Life Cycle



روشهای کلی تهیه نمودار WBS

11. تهیه WBS بر حسب چرخه عمر پروژه Project Life Cycle



شکل ۲-۳- شکست پروژه بر اساس PMBOK

رویکرد نتیجه گرا کردن یک پروژه

۱– تمرکز بر اقلام قابل تحویل یا تحویل شدنی ها Deliverables

اقلام قابل تحویل مثل:

۱–محصولات ۲ – تجهیزات ۳ – ماشین آلات ۴ – سخت افزار

۵– نرم افزار ۶– دستورات ۷–نقشه ها ۸–نمودارها

۹– گزارشات ۱۰–جداول ۱۱–فهرستها ۱۲–فایلها

۱۳–مقاله ها ۱۴–کتابها ۱۵– سورس برنامه ها و..

رویکرد نتیجه گرا کردن یک پروژه

تعریف جدید WBS با تمرکز بر اقلام قابل تحویل

WBS is a deliverable-oriented hierarchy of decomposed project components that organizes and defines the total scope of the project.

نمودار WBS یک نمودار سلسله مراتبی با نگرش شناسایی و تعریف اقلام قابل تحویل (Deliverable-Oriented) است که محدوده کل پروژه را تعریف می کند.

تکنیکهای نتیجه گرا کردن یک پروژه

تکنیک استفاده از نمودارهای PBS و FBS و OBS

تکنیک استفاده از نمودارهای PBS و FBS و RBS

فاز 1- Product Breakdown Strucre (PBS)

فاز 2- Functional Breakdown Strucre (FBS)

فاز 3- Organizational Breakdown Strucre (RWBS)

فاز 4- Work Breakdown Strucre (WBS)

فاز ۱ – تدوین PBS

PBS **یا ساختار فیزیکی تقسیم کار پروژه،**

تجزیه سلسله مراتبی و سطح به سطح یک پروژه

به اقلام قابل تحویل (Deliverables**) است.**

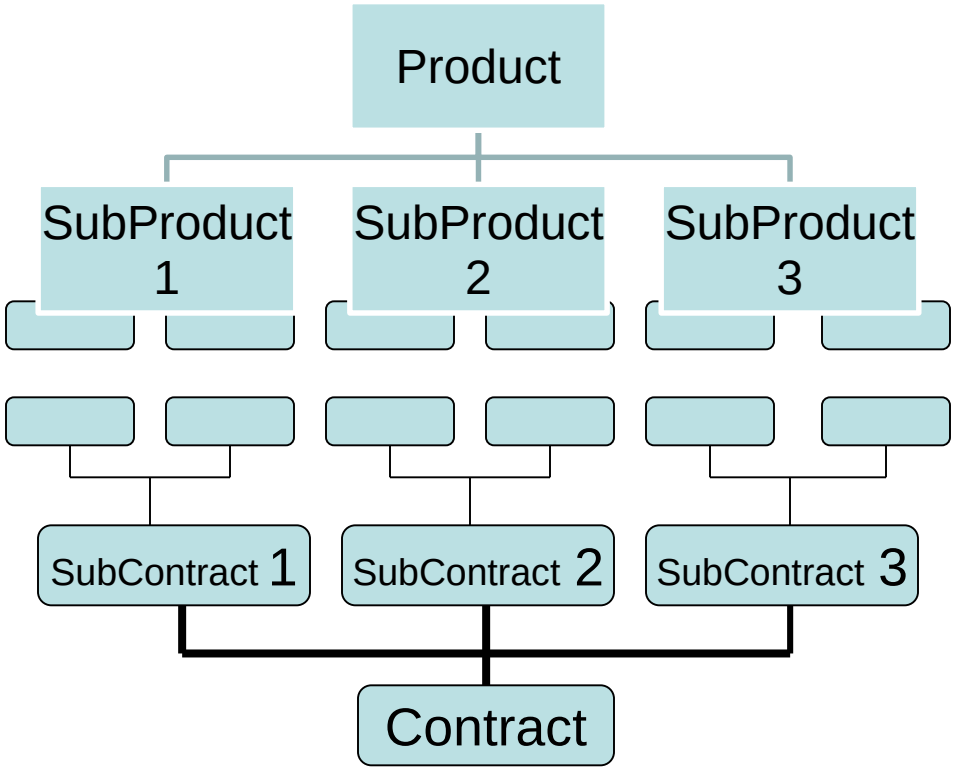
عناصر PBS همیشه با اسم تعریف می‌شوند نه با فعل.

فاز ۱

تکنیک استفاده از نمودارهای PBS و FBS و RWBS

Product Breakdown Strucre (PBS)

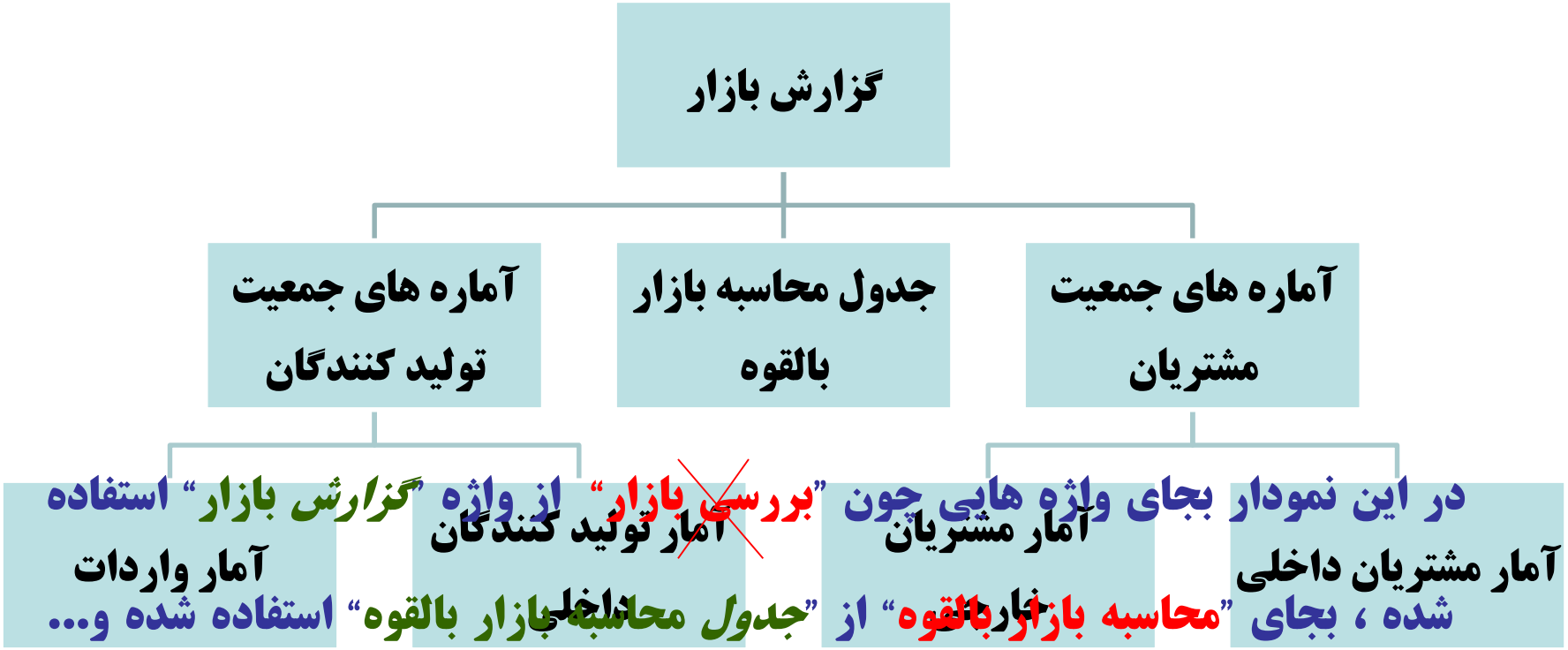
این نمودار براساس اقلام قابل تحویل پروژه Deliverables **که نهایتا طبق قرارداد باید تحویل شود تنظیم میگردد.**



- **در این نمودار هر باکس با یک اسم تعریف میشود و حتی الامکان از بکاربردن فعل خودداری میشود.**

مثال ۱

نمودار PBS قسمت گزارش بازار پروژه طرح ایجاد کارخانه



یعنی چیزهایی که قابل اندازه گیری و صحه گذاری است.

واژه های ممنوعه و مجاز در PBS

واژه های ممنوعه(افعال)

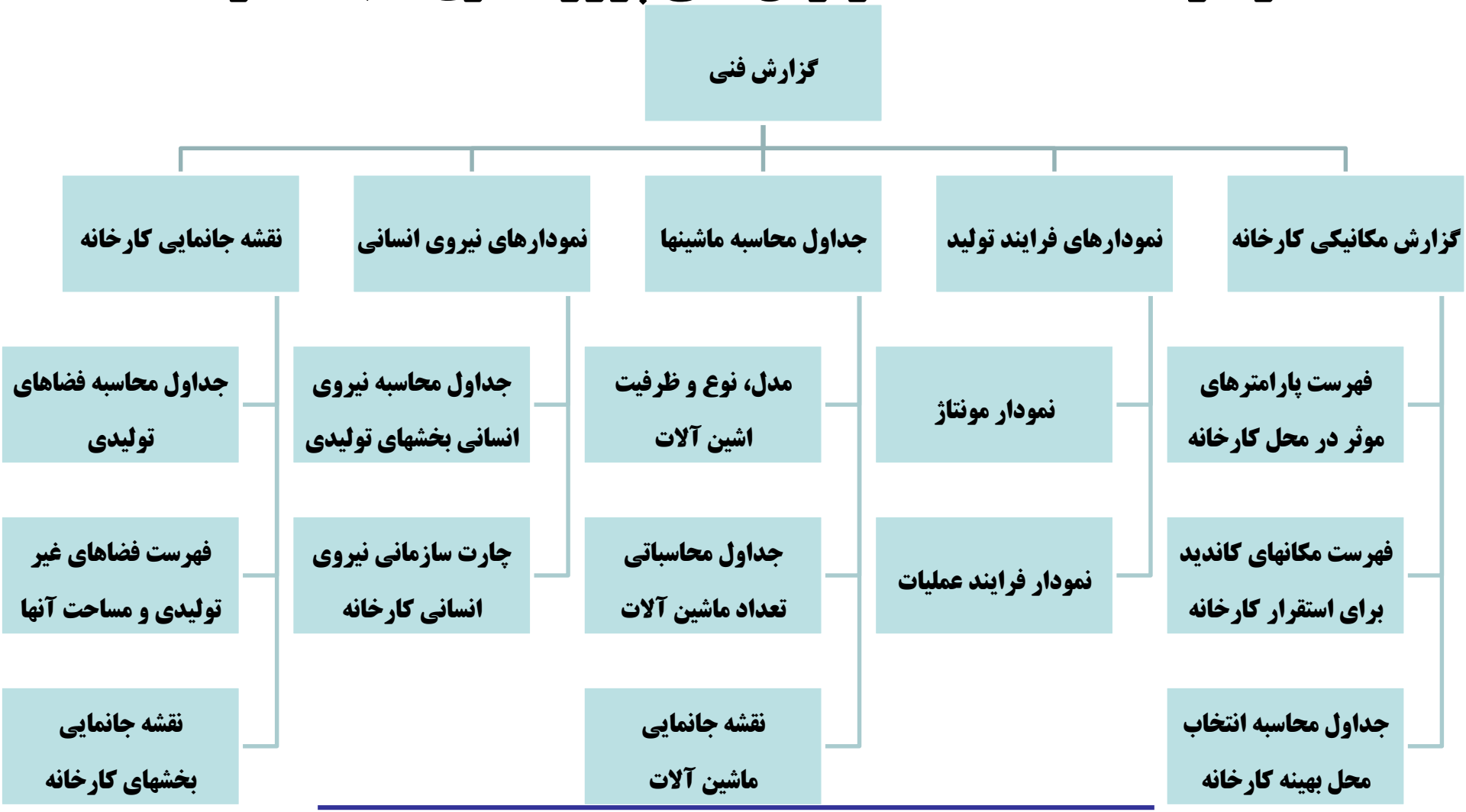
جمع آوری
بررسی
تست
آزمایش
تحقیق
محاسبه
تهیه
و...

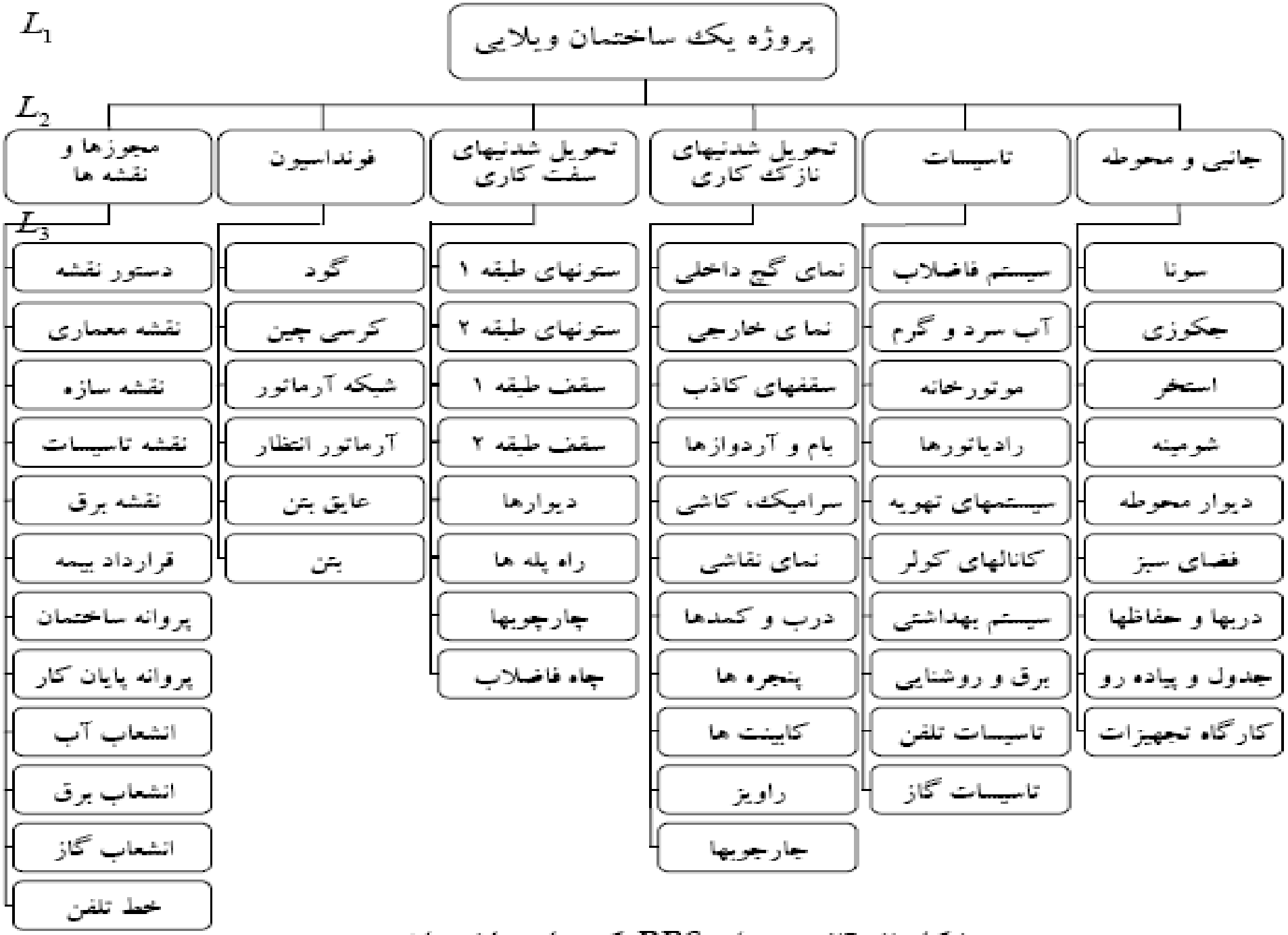
واژه های مجاز(اسامی)

گزارش
نمونه آزمایشگاهی
نمودار
نقشه
جدول محاسباتی
فهرست
سازه
ستون
و...

مثال ۲

نمودار PBS قسمت گزارش فنی پروژه طرح ایجاد کارخانه





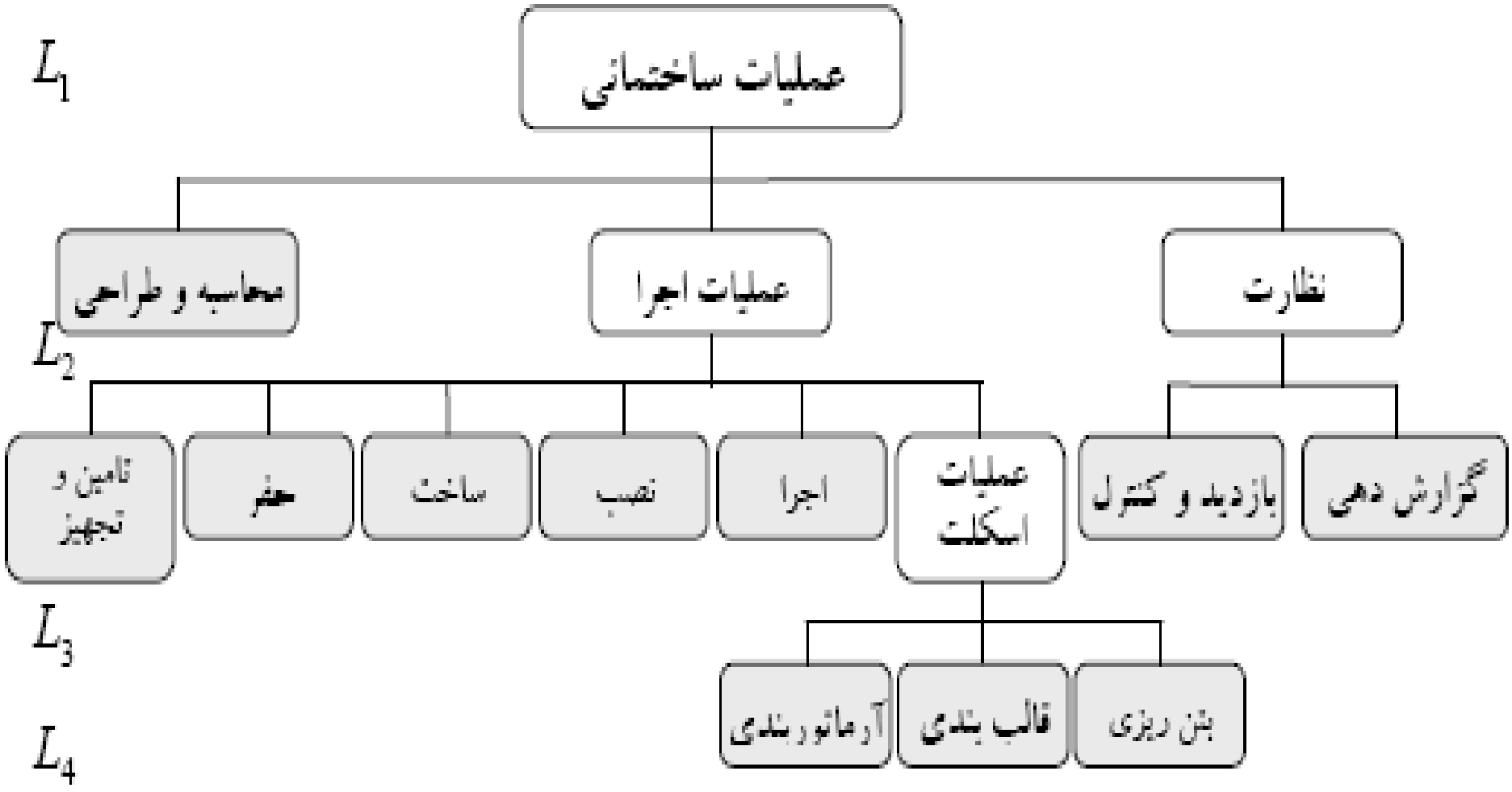
شکل ۲-۲۶- نمودار PBS یک ساختمان ویلایی

فاز ۲– تدوینFWBS

(Functional Work Breakdown Structure)

FWBSتجزیه سلسله مراتبی و سطح به سطح عملیات (Functions) یک پروژه است. منظور از عملیات تلاش و انرژیی است که جهت بدست آوردن اقلام قابل تحویل پروژه موردنیاز خواهد بود. این تلاش و انرژی در قالب تخصصها و دیسیپلین‌ها نمایان و مستند می‌شود.

نمودار FBS



شکل ۲-۲۷- مثال FBS پروژه ساختمان ویلایی

فاز ۳ – تدوین RWBS

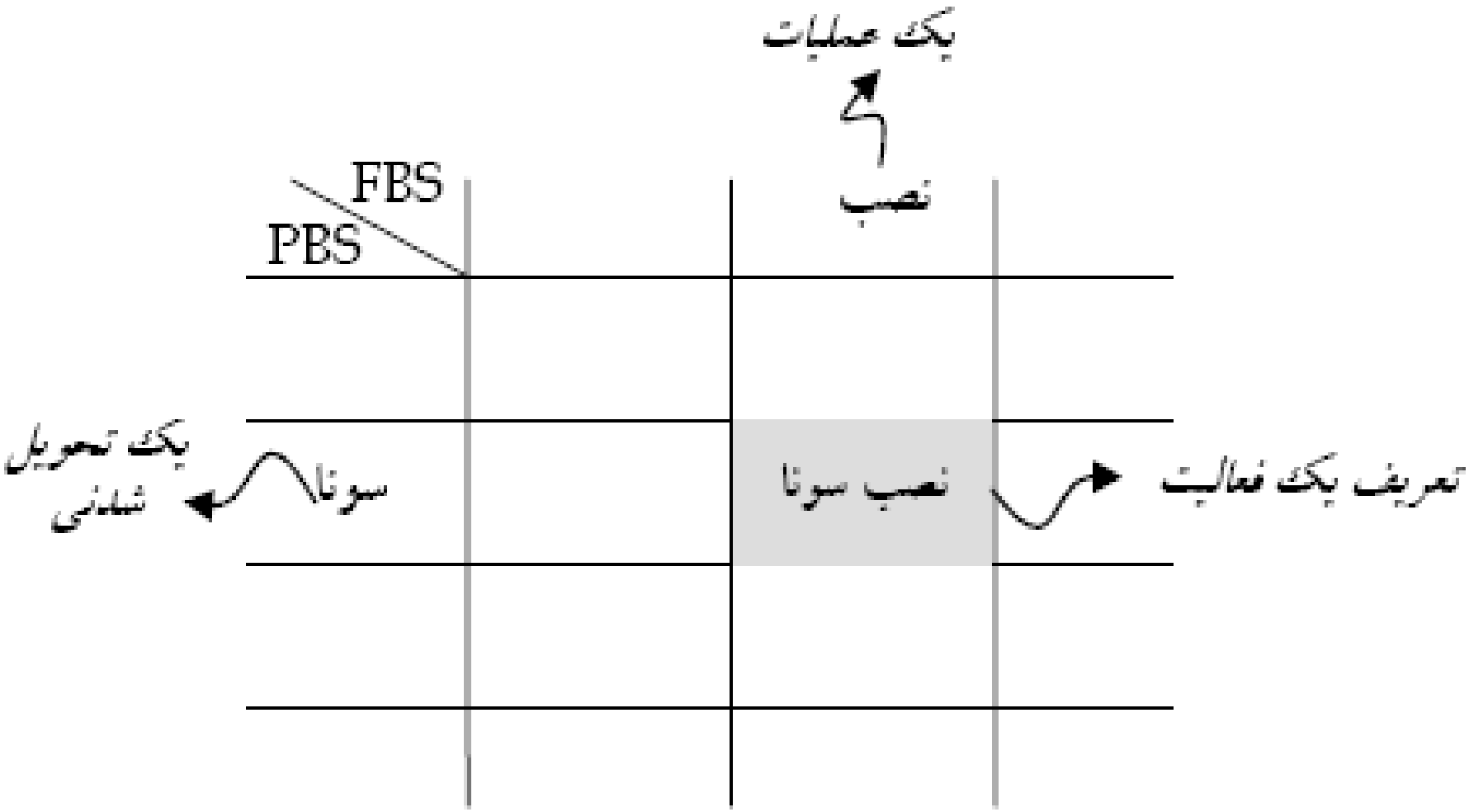
(Responsibility Work Breakdown Structure)

RWBS یا ساختار مسئولیت پروژه, ساختار تقسیم مسئولیتها در پروژه است. این ساختار در قالب یک ماتریس که سطرهای آن PCWBS و ستونهای آن FWBS هستند, نمایش داده می‌شود. در هر سلول از این ماتریس کد مسئول انجام عملیات در مورد خروجیهای پروژه تعیین می‌شود.

جدول ۲-۳- ماتریس RWBS برای تعیین فهرست فعالیتهای پروژه ساختمان ویلایی ۲ طبقه

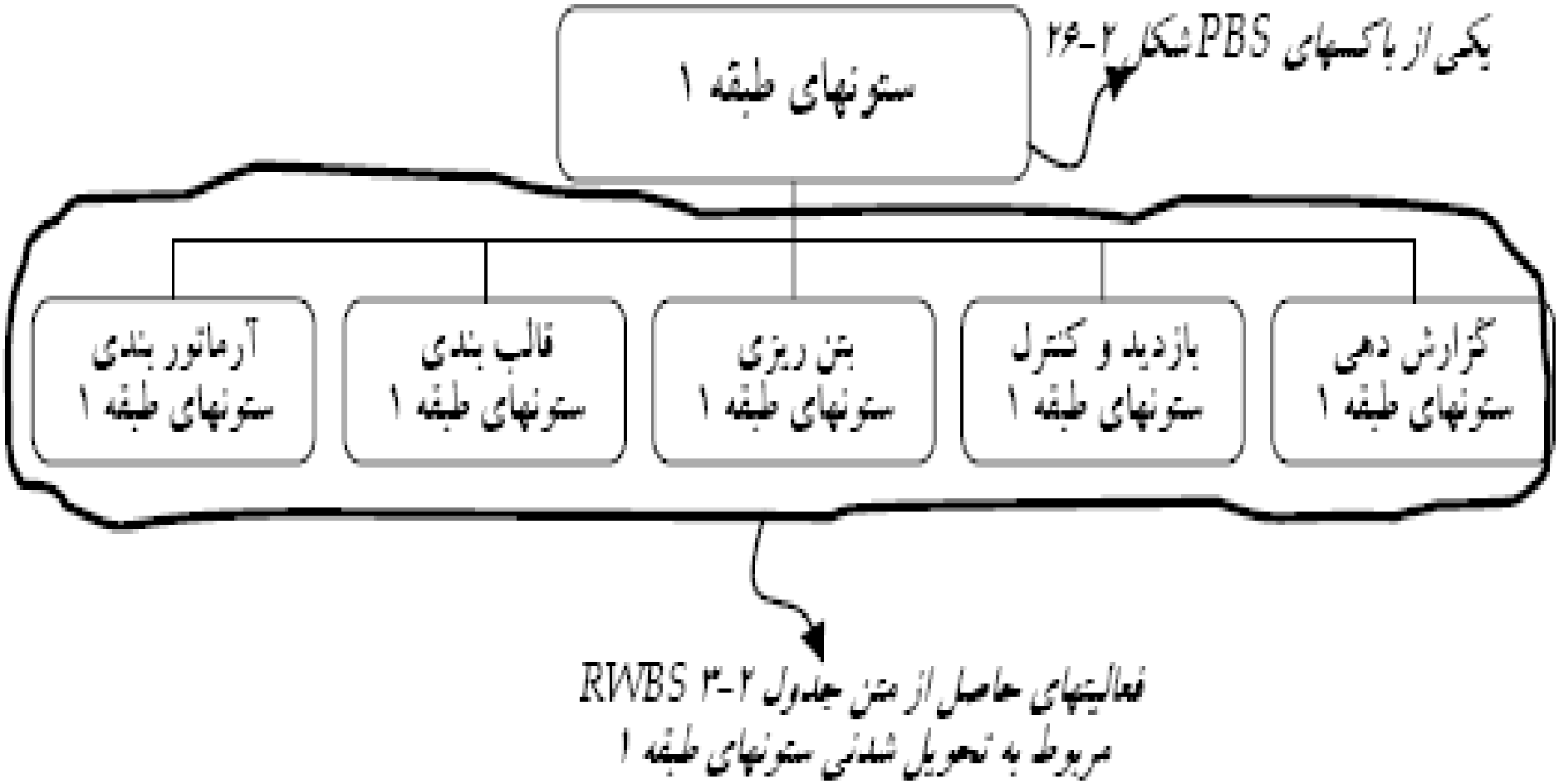
PBS	FBS	محاسبه و طرا	تامین و تجهیز	حفر	ساختن	نصب	اجرا	آرماتوربندی	قالب بندی	بتن ریزی	بازدید و کنترل	گزارش دهی
1-1-1	دستور نقشه											
1-1-2	نقشه معماری											
1-1-3	نقشه سازه											
1-1-4	نقشه تاسیسات											
1-1-5	نقشه برق											
1-1-6	قرارداد بیمه											
1-1-7	پروانه ساختمان											
1-1-8	پروانه پایان کار											
1-1-9	انشعاب آب											
1-1-10	انشعاب برق											
1-1-11	انشعاب گاز											
1-1-12	خط تلفن											
1-2-1	گود											
1-2-2	کرسی چین											
1-2-3	شبکه آرماتور											
1-2-4	آرماتور انتظار											
1-2-5	عایق بتن											
1-2-6	بتن											
1-3-1	ستونهای طبقه ۱											
1-3-2	ستونهای طبقه ۲											

نحوه تعریف یک فعالیت



شکل ۲-۲۸- نحوه تعریف فعالیتها در ماتریس RWBS

مقطعی از WBS نهایی

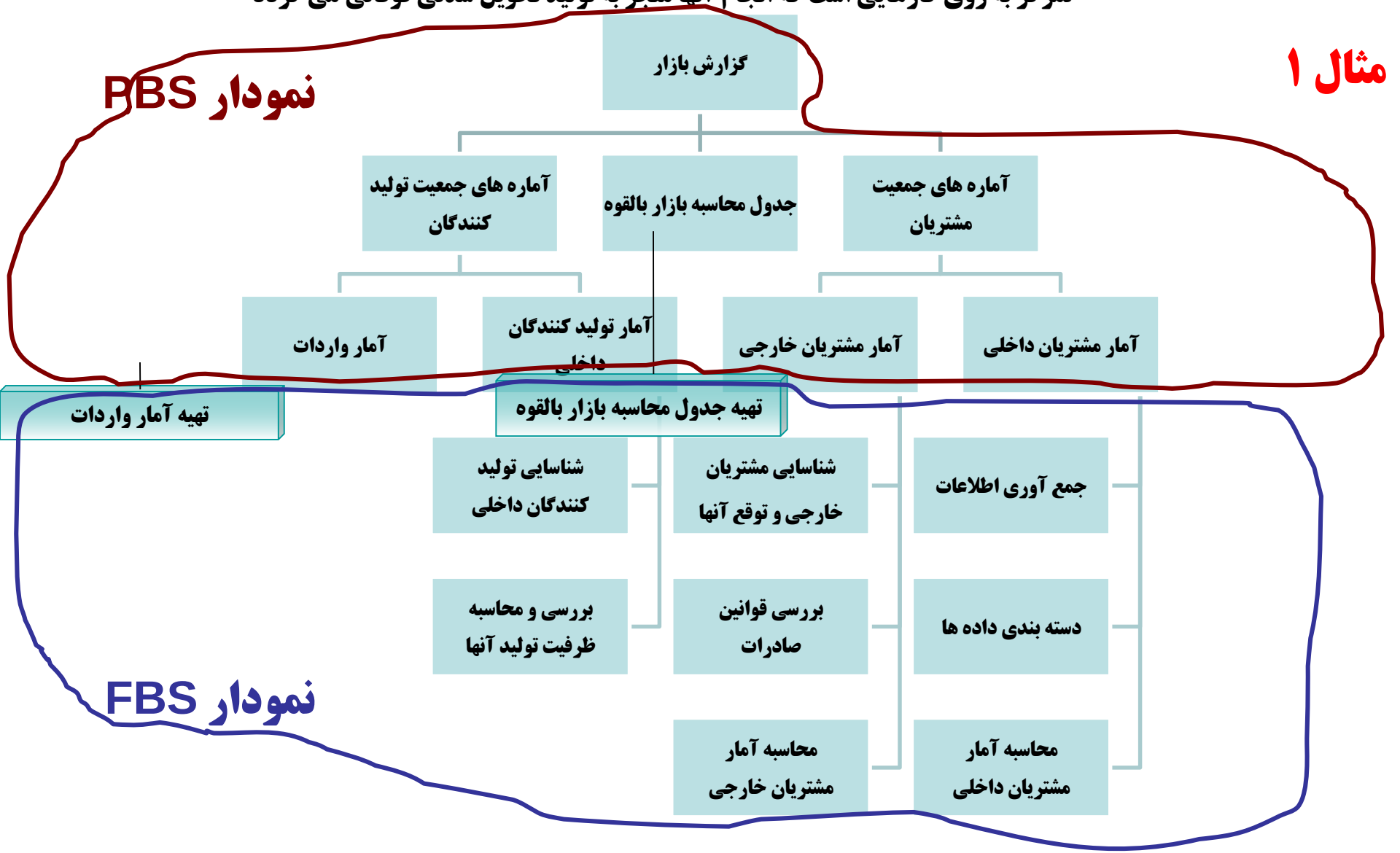


شکل ۲-۲۹- مقطعی از WBS نهایی مربوط به یکی از باکسهای PBS شکل ۲-۲۶

فاز ۲ –نمودار FBS

این نمودار همان نمودار PBS با یک سطح گسترش اضافی بر حسب افعال است . هنگام طراحی باکسهای سطح اضافی تمرکز به روی کارهایی است که انجام آنها منجر به تولید تحویل شدنی فوقانی می گردد

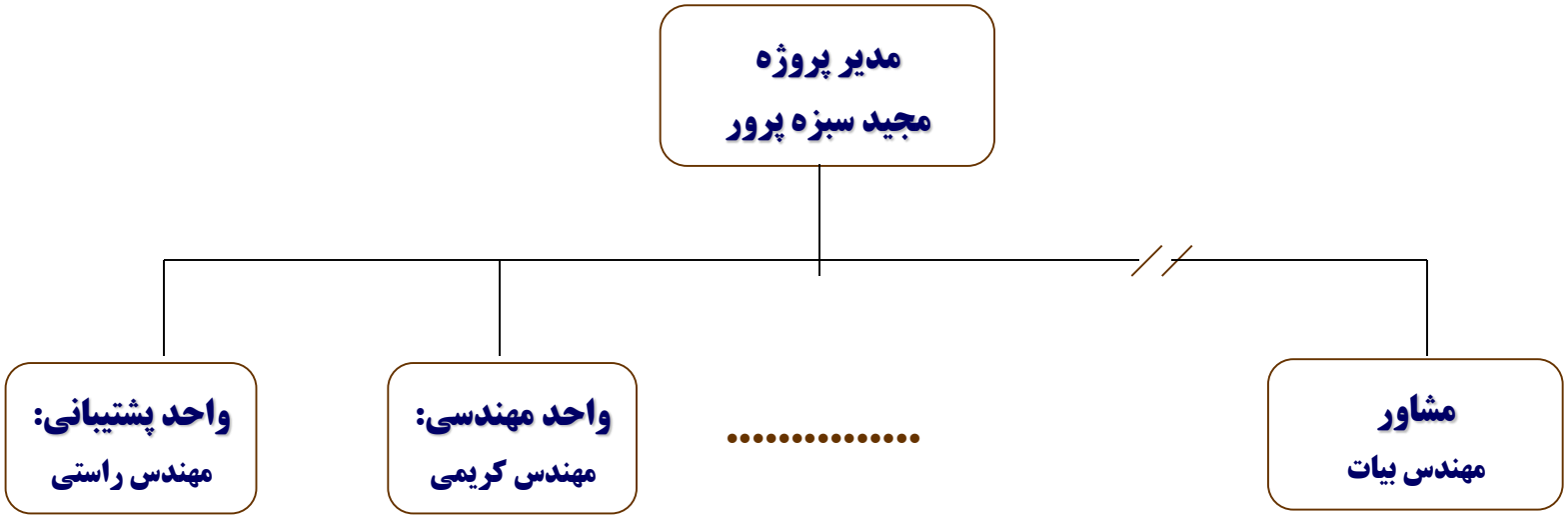
مثال ۱



دیکشنری WBS

کد WBS : 1-3-1	عنوان باکس WBS : ستونهای طبقه ۱
شماره قرارداد:	
کد پیمانکار اصلی:	نام پیمانکار اصلی:
کد پیمانکار فرعی:	نام پیمانکار فرعی:
کد تامین کننده گان:	نام تامین کننده گان:
کد OBS ناظر بر کار پیمانکارResponsible Manger :	
نام و پست سازمانی شخص ناظر بر کار پیمانکار:	
شرح وظایف ناظر:	
سطوح دسترسی برای تغییرات باکس:	
مشخصات فیزیکی تحویل شدنی:	الزامات فنی تحویل شدنی:
الزامات کیفی تحویل شدنی که باید رعایت شود:	
الزامات فنی و کیفی مواد اولیه و مصالح مصرفی:	
کد هزینهCBS :	شرح بسته هزینه ای:
شماره حسابهای مرتبط:	
درصد وزن فیزیکی:	توصیف فعالیتهای زیر مجموعه باکس: زمان :
معیار وزن دهی:	بحرانی بودن:
	فرجه:
	و...

فاز ۳ – نمودار OBS (Organizational Breakdown Structure)



نمودار OBS چارت سازمانی یا سلسله مراتب پستهای سازمانی افراد یا مسئولین درگیر در پروژه می باشد

از تقاطع نمودارهای PBS ، FBS و OBS فهرست فعالیتها شناسایی می شود.

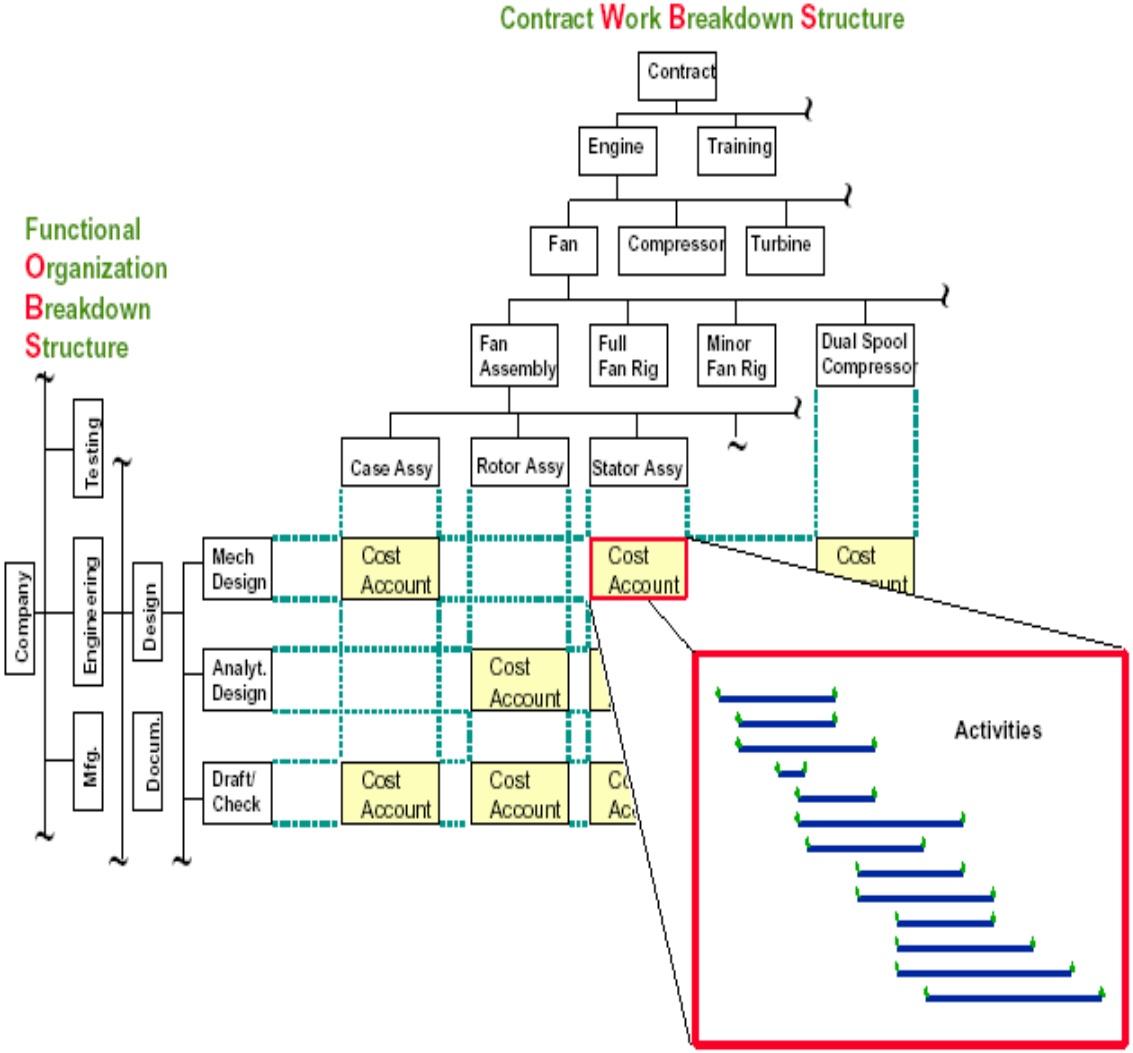


FIGURE 3 - WORK BREAKDOWN STRUCTURE

فاز ۴– تدوین PCWBS/OBS یا ماتریس LRM

- ماتریسPCWBS/OBS جهت تخصیص مدیران پروژه به اقلام قابل تحویل استفاده می‌شود.
- هر قلم قابل تحویل مشابه یک پروژه کامل می‌باشد. لذا برای این پروژه مجازی نیاز به یک مدیر پروژه و مجموعه‌ای از نیروهای اجرایی داریم.
- مدیر پروژه مسئول تحویل قلم قابل تحویل است.
- درحالیکه امکان دارد یک مدیر مسئول چند قلم قابل تحویل باشد, اما براساس اصل Single Source Responsibility هر قلم قابل تحویل تنها یک مسئول تحویل می‌تواند داشته‌باشد.

در مثال زیر وظایف مدیر پروژه در مورد فعالیتهای A1 و A2 مذاکره و تایید است

WBS \ Responsibility		Project Office				Field Oper.	
Subproject	Task	Project Manager	Contract Admin.	Project Eng.	Industrial Eng.	Field Manager	
Determine Need	A1	⬡		●	▲		
	A2	■	⬡	▲	●		
Solicit Quotations	B1	⬡	■	▲		●	
Write Approp. Request	C1	■	▲	⬡	●		
	C2		●	⬡	▲		
	C3	●	■	▲		■	
"	"						
"	"						
"	"						

Legend:
- ▲ Responsible
- ● Support
- ■ Notification
- ⬡ Approval

چون در پروژه ها شرح وظایف زیاد است معمولاً از کدهای عددی استفاده می شود

	Vice-president	General manager	Project manager	Manager engineering	Manager software	Manager manufacturing	Manager marketing	Subprogram manager manufacturing	Subprogram manager software	Subprogram manager hardware	Subprogram manager services
Establish project plan	6	2	1	3	3	3	3	4	4	4	4
Define WBS		5	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Establish hardware specs		2	3	1	4	4	4				
Establish software specs		2	3	4	1		4				
Establish interface specs		2	3	1	4	4	4				
Establish manufacturing specs		2	3	4	4	1	4				
Define documentation		2	1	4	4	4	4				
Establish market plan	5	3	5	4	4	4	1				
Prepare labor estimate			3	1	1	1		4	4	4	4
Prepare equipment cost estimate			3	1	1	1		4	4	4	4
Prepare material costs			3	1	1	1		4	4	4	4
Make program assignments			3	1	1	1		4	4	4	4
Establish time schedules		5	3	1	1	1	3	4	4	4	4

1 Actual responsibility
2 General supervision
3 Must be consulted
4 May be consulted
5 Must be notified
6 Final approval

اعتبار سنجی WBS

سطح ریز شدن باکسهای WBS و تعریف درست آنها می تواند به وسیله معیارهای زیر صحه گذاری شود.

معیارهای انطباق و صحه گذاری WBS

از نظر انطباق با چارت سازمانی و اهداف سازمانی

از نظر انطباق با جریان صرف هزینه و شکست آن

از نظر انطباق با روشهای انجام کار و کسسته بودن بسته های کاری

از نظر انطباق با اهداف هماهنگ مدیریت

از نظر انطباق با اهداف زمانی و برنامه زمانبندی

از نظر انطباق با ریسک کل و تاثیر آن بر تصمیم گیری

و...

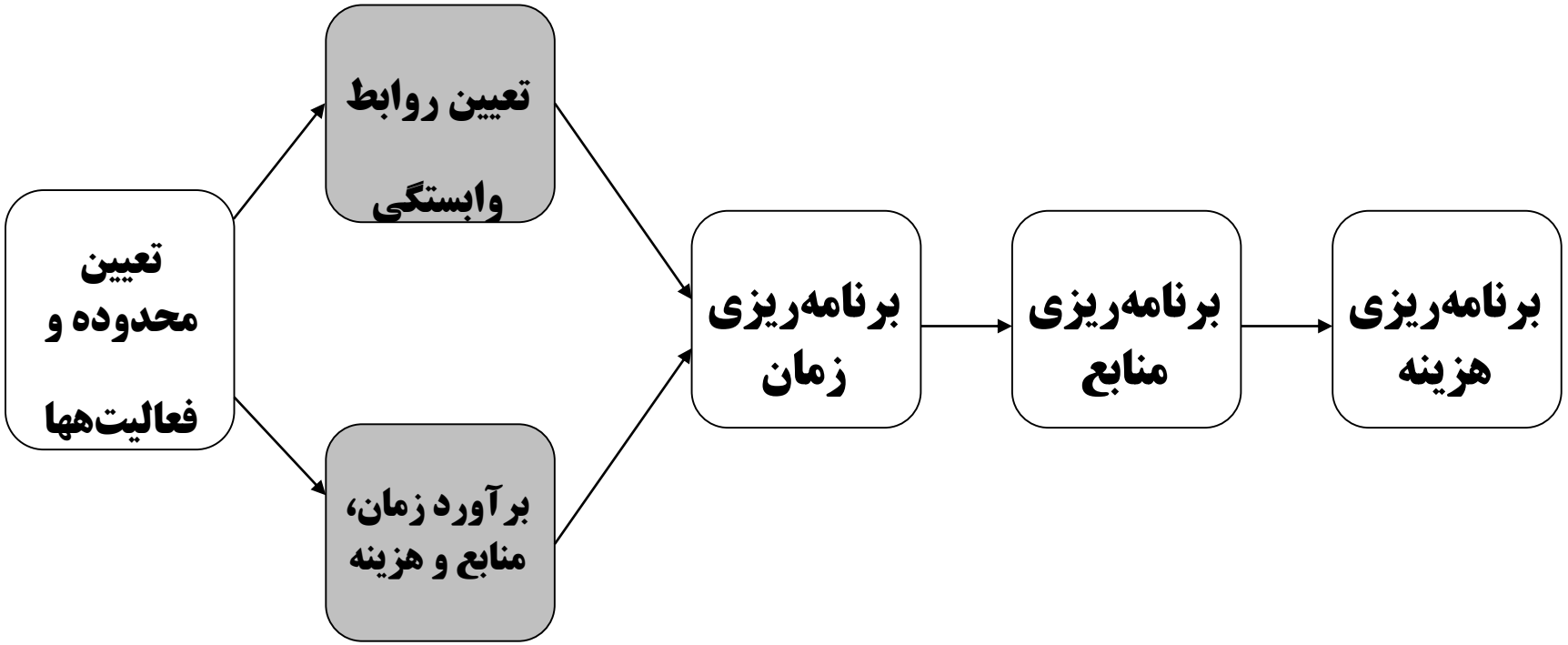
چک لیست WBS

1. **آیا WBS شما با کمک افراد متخصص طراحی شده است؟**
2. **آیا WBS شما نتیجه گرا هست؟**
3. **آیا اقلام قابل تحویل پروژه شما در WBS لحاظ شده؟**
4. **آیا در نوشتن اقلام قابل تحویل پروژه از افعال ممنوعه اجتناب نموده اید؟**
5. **آیا WBS شما منطبق با آیتمهای قرارداد هست؟**

گام دوم برنامه ریزی پروژه

برآورد زمان ، منابع و هزینه

برنامه‌ریزی پروژه (project scheduling) بطور کلی در شش فاز اصلی به شرح زیر صورت می‌گیرد



بعد از تعیین محدوده پروژه باید تعیین روابط وابستگی و برآوردها انجام شود

برآورد زمان و نکات آن

۱–برآورد زمان پس از شناسایی فعالیتها و طرح اولیه منطق اجرای پروژه یا همزمان با آن صورت می گیرد.یعنی هر فعالیت تعریف مستقلی داشته و فعالیتها اشتراک زمانی (Overlap **نداشته باشند.**

۲–دقت برآورد با توجه به ماهیت فعالیتها و هدف پروژه صورت می گیرد.

۳–کسانی که برآورد زمان را انجام می دهند باید کاملا مجرب باشند.

۴– در یک WBS **برای فعالیتهای شبکه اصلی یا مادر لازم نیست زمانی تخصیص داده شود.**

فرضیاتی که در برآورد زمان باید مورد توجه قرار داد

۱–بهتر است واحد برآورد زمان کلیه فرآیندها یکسان و ثابت باشد.

۲–برآورد نباید به حالت شرطی انجام شود.

در صورتی که استفاده از حالات شرطی لازم باشد میتوان:

در تعریف فعالیتها تجدید نظر کرد(چند فعالیت را ادغام یا تجزیه نمود)

یکی از حالات برآورد را قرار داد.اگر در حین اجرای پروژه تغییری در یکی از برآورد ها پیش آمد پروژه را بهنگام می کنیم.

۳–هنگام برآورد زمان یک فعالیت میزان منابع را همیشه مقداری معقول و متوسط در نظر می گیریم . فرض بر این است این تعداد از هر منبع مستقل ازنیازسایر فعالیتها به آن منبع است.

۴– اتفاقات غیر قابل پیش بینی نه در برآورد زمان و نه در تقویم پروژه در نظر گرفته نمی شوند(مانند زلزله، سیل و ...) .

۵– برآورد نباید به حالت خوشبینانه یا بدبینانه باشد بلکه باید به حالت واقع بینانه باشد (برای جلوگیری از توهم جلو بودن از برنامه)

چک لیست برآورد زمان

1. آیا برآورد زمان با کمک افراد خبره انجام شده است؟
2. آیا برای باکسهای مادر از برآورد زمان اجتناب کرده اید؟
3. آیا در حین برآورد زمان، منابع و هزینه شرایط عادی انجام کار را در نظر گرفته اید؟
4. آیا برآورد زمان را به حالت واقع بینانه انجام داده اید؟

گام سوم

تعیین روابط و ابستگی مابین فعالیتها و

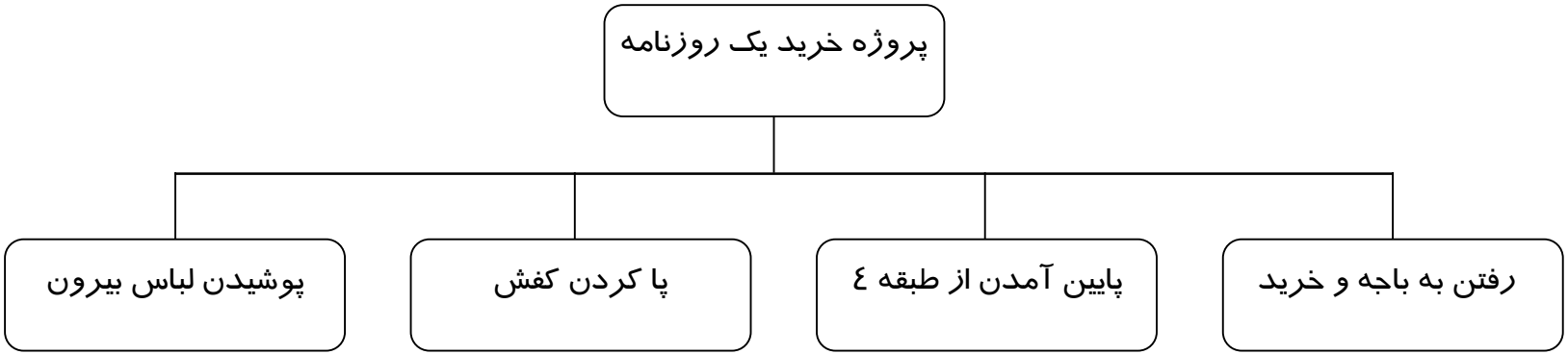
محاسبات زمانی

نمودار گانت (Gantt Chart)

این نمودار توسط هنری گانت (Henry L. Gantt (1917) در جنگ جهانی اول ابداع شد

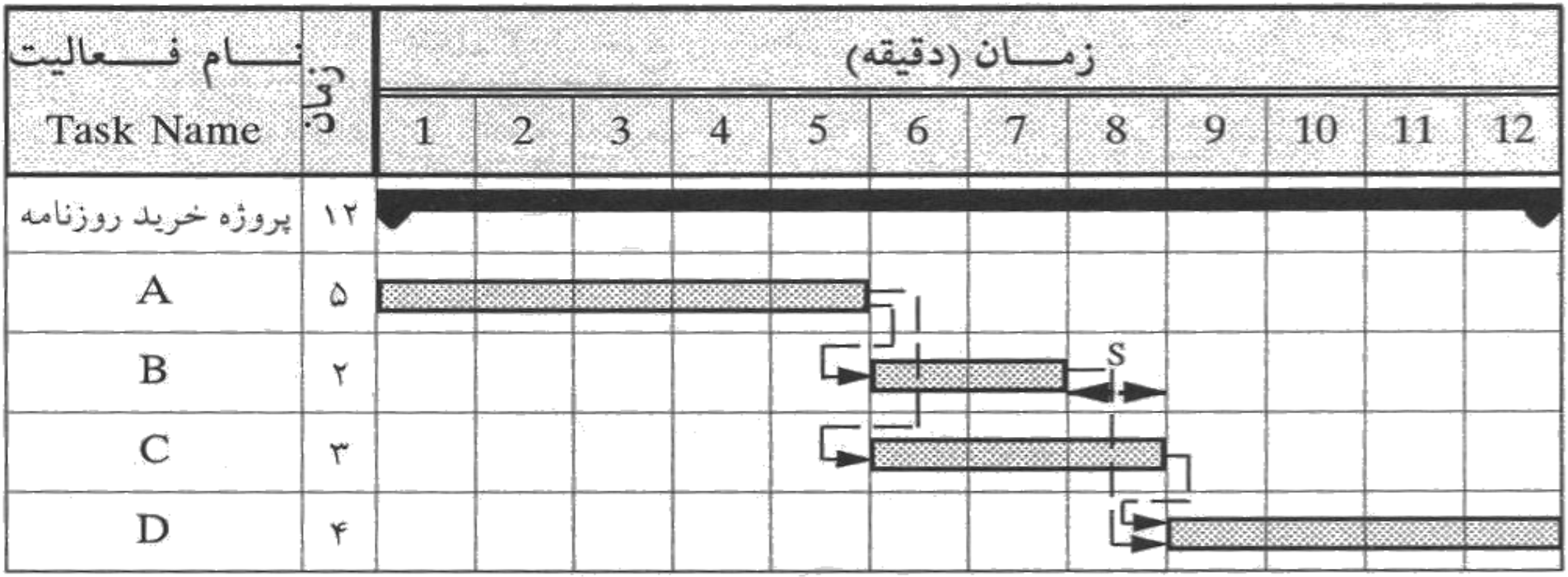
نمودار گانت عمومی‌ترین وسیله برای نمایش برنامه‌های صنعتی است زیرا برای عموم افراد قابل فهم است، ولی وسیله مناسبی برای برنامه ریزی نیست

مثال پروژه ساده‌ای را در نظر بگیرید که در آن شخصی که منزلش در طبقه چهارم یک آپارتمان است قصد خرید یک روزنامه از بیرون منزل را دارد. فرض کنید WBS این پروژه به شرح زیر باشد



WBS شناسایی فعالیت‌های پروژه خرید روزنامه

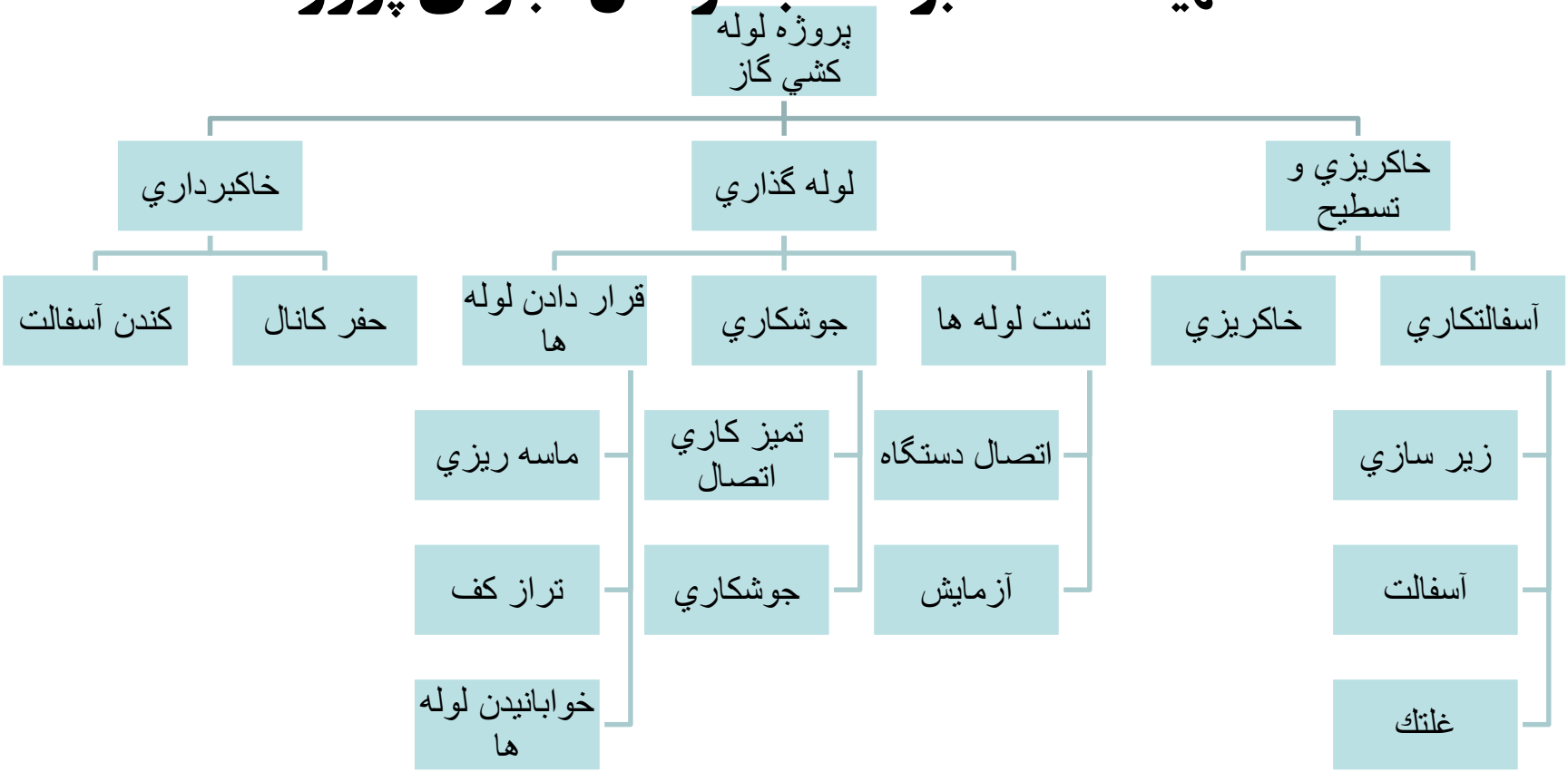
نمایش نمودار گانت مثال قبل



- نحوه وارد کردن فعالیتها در Gantt Chart با ساختار WBS

روشهای کلی تهیه نمودار WBS

1. تهیه WBS بر حسب مراحل اجرای پروژه



تعریف فعالیت Activity or Task

فعالیت کوچکترین واحد کنترل در نمودار **WBS**است که سطح بعدی نداشته و دارای زمان بوده و معمولا نیازمند منابع و هزینه است

تعیین روابط پیشنیازی ۱۳ فعالیت مثال لوله کشی گاز

شماره	نام فعالیتTask Name	پیشنیاز
3	کندن آسفالت	--
4	حفر کانال	3
7	ماسه‌ریزی	4
8	تراز کف	7
9	خوابانیدن لوله‌ها	12 , 8
11	تمیزکاری اتصال	4
12	جوش	11
14	اتصال دستگاه	9
15	آزمایش	14
17	خاکریزی	15
19	زیرسازی	17
20	آسفالت	19
21	غلتک	20

Microsoft Project - Projectwbsلوله کشی

File Edit View Insert Format Tools Project Collaborate Window Help

Type a question for help

No Group | Arial | 11 | B I U

New Resource From...

0% 25% 50% 75% 100% | Tasks | Resources | Track | Report

Show/Hide Project Guide

Adjust Dates | Analyze Timescaled Data in Excel... | Copy Picture to Office Wizard | PERT Analysis | Visio WBS Chart Wizard | XML Reporting Wizard

Show all items | Show data and differences columns

19

Calendar
Gantt Chart
Network Diagram
Task Usage
Tracking Gantt
Resource Graph
Resource Sheet
Resource Usage

	Task Name	Duration	Predecessors	R
1	**پروژه لوله کشی گاز**	**22 days**		
2	**خاکبرداری**	**4 days**		
3	کندن آسفالت	2 days		
4	حفر کانال	2 days	۳	
5	**لوله گذاری**	**######**		
6	**قراردادن لوله ها**	**6 days**		
7	ماسه ریزی	2 days	۴	
8	تراز کف	2 days	۷	
9	بلندن لوله ها	2 days	۸;۱۲	
10	**جوشکاری**	**4 days**		
11	کاری اتصال	2 days	۴	
12	جوش	2 days	۱۱	
13	**تست لوله ها**	**4 days**		
14	اتصال دستگاه	2 days	۹	
15	آزمایش	2 days	۱۴	
16	**خاکریزی و تسطیح**	**8 days**		
17	خاکریزی	2 days	۱۵	
18	**آسفالت کاری**	**6 days**		
19	زیرسازی	2 days	۱۷	
20	آسفالت	2 days	۱۹	
21	غلتک	2 days	۲۰	

'06 Jun 25 | '06 Jul 02 | '06 Jul 09 | '06 Jul 16 | '06 Jul 23 | '06 Jul 30

S M T W T F S

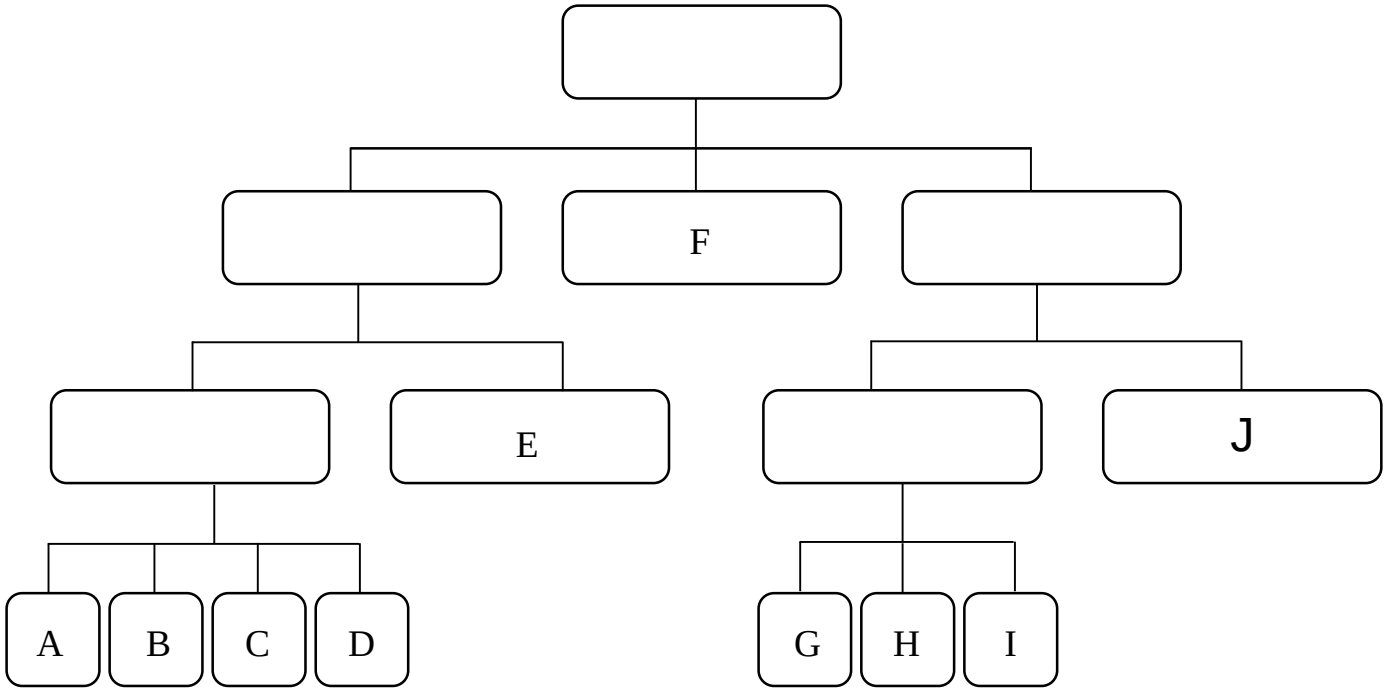
Ready

EXT CAPS NUM SCRL OVR

start | Microsoft Project - Pr... | FA | 12:31 ب.ظ

مثال: نمودار WBS زیر را در نظر بگیرید.

تعداد فعالیت‌ها در این نمودار ۱۰تاست

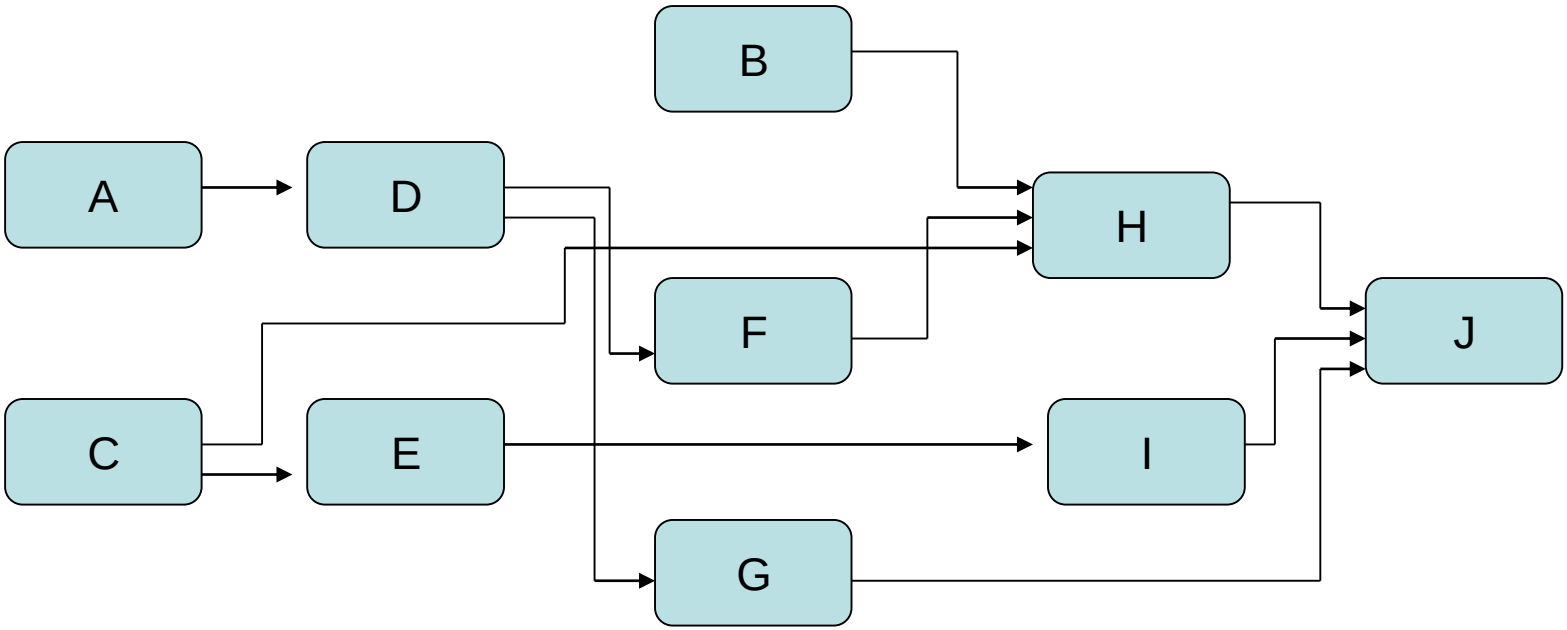


جدول مشخصات فعالیت‌های مثال

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

شبکه گره ای AoN مثال قبل

(Activity on Node)



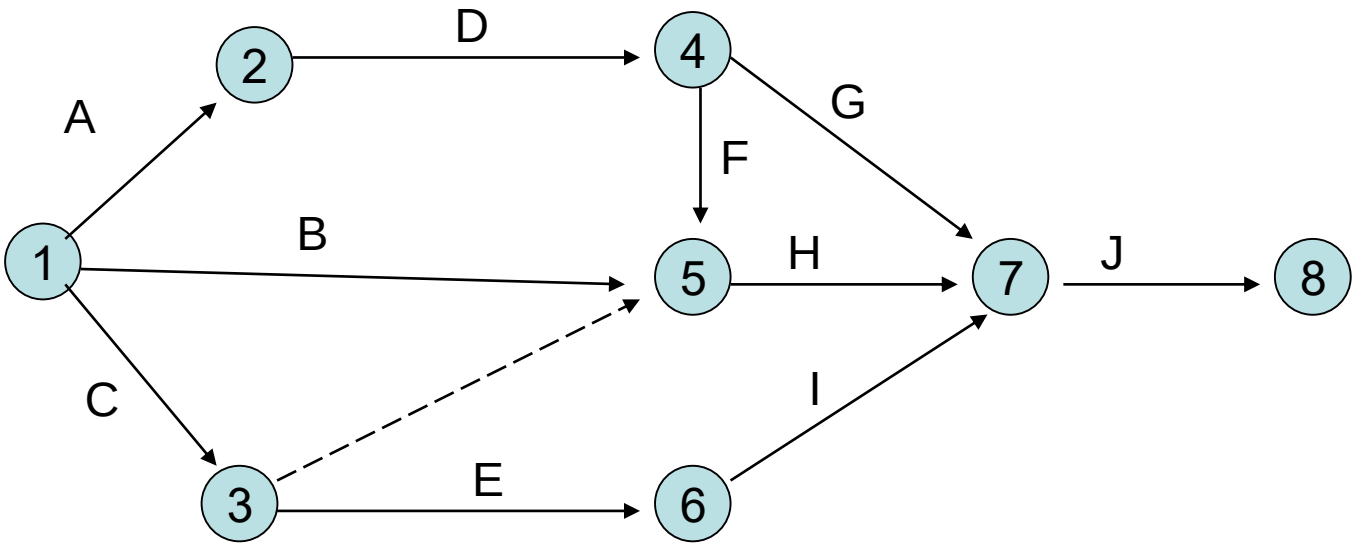
باکسهای مادر WBS لازم نیست در شبکه نمایش داده شوند

شبکه برداری یا سیستم فعالیت روی کمان (AoA)

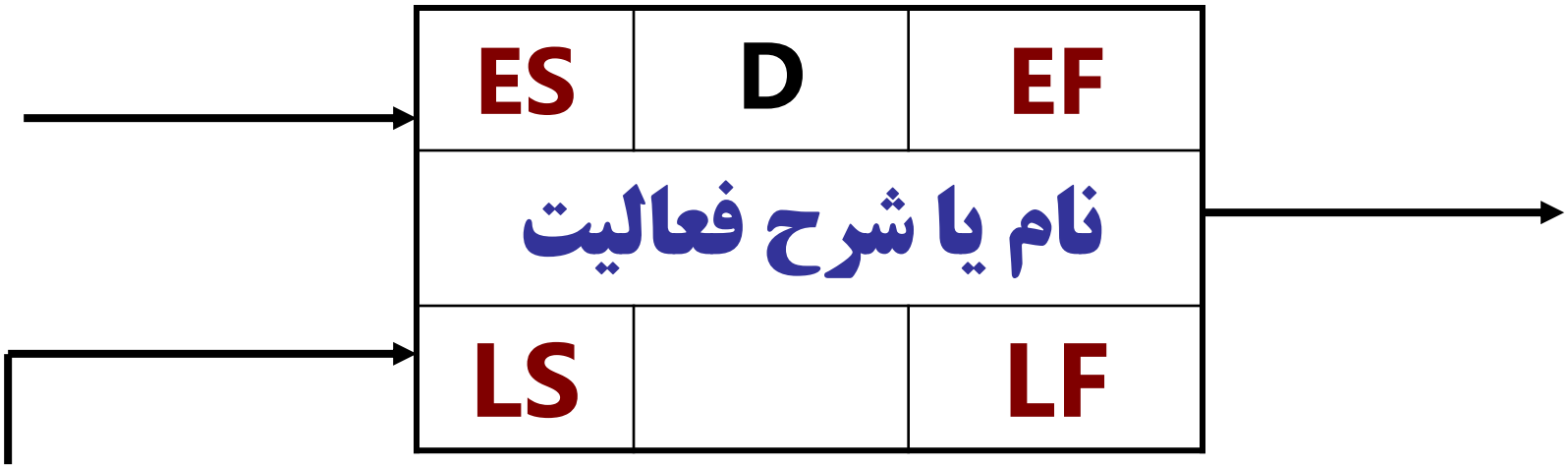
Activity on Arrow or Arc

نمایش یک فعالیت در شبکه برداری و رویدادهای شروع و پایان آن

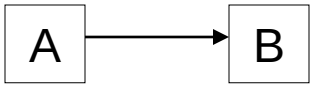
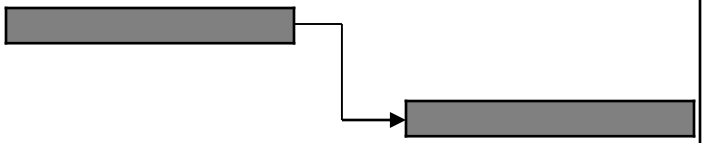
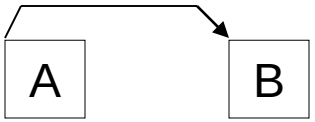
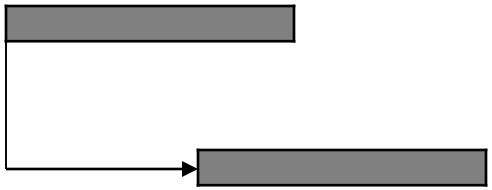
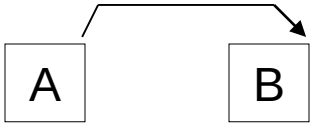
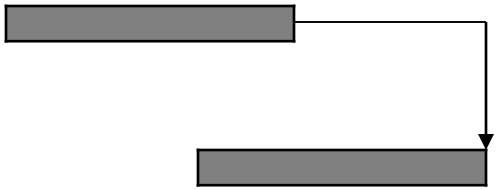
شبکه برداری AoA



نحوه نمایش یک فعالیت و اطلاعات مربوط به آن در شبکه های PN (AoN)



روابط وابستگی از نوع مینیمم در شبکه های PN

نوع وابستگی	نحوه نمایش شبکه AoN	نحوه نمایش در نمودار گانت	شـــــــــــــرح رابطه
$F_A S_B \pm L$			پایان به شروع (Finish to Start): فعالیت B حداقل L± واحد زمانی بعد از پایان فعالیت A می تواند شروع شود.
$S_A S_B \pm L$			شروع به شروع (Start to Start): فعالیت B حداقل L± واحد زمانی بعد از شروع فعالیت A می تواند شروع شود .
$F_A F_B \pm L$			پایان به پایان (Finish to Finish) فعالیت B حداقل L± واحد زمانی بعد از پایان فعالیت A می تواند پایان یابد .
$S_A F_B \pm L$			شروع به پایان (Start to Finish): فعالیت B حداقل L± واحد زمانی بعد از شروع فعالیت A می تواند پایان یابد.

به مقادیر L وقفه یا (Lag) گویند . مقدار Lagها می تواند مثبت یا منفی باشد .

مفهوم روابط وابستگی

پروژه ای ازفعالیتهای زیر تشکیل شده است

فعالیت	A	B	C	D	E	F
زمان (روز)	۴	۵	۳	۴	۲	۸

روابط مابین فعالیتها به قرارزیر است.

فعالیت D , **۷ روز بعد ازشروع فعالیت** A **شروع می شود.** $S_A S_D + 7$

شروع فعالیت E **می تواند بلافاصله بعد ازاتمام فعالیت** B $F_B S_E = 0$

و یا با فاصله ۱روزبعد از اتمام فعالیت C **باشد ,** $F_C S_E + 1$

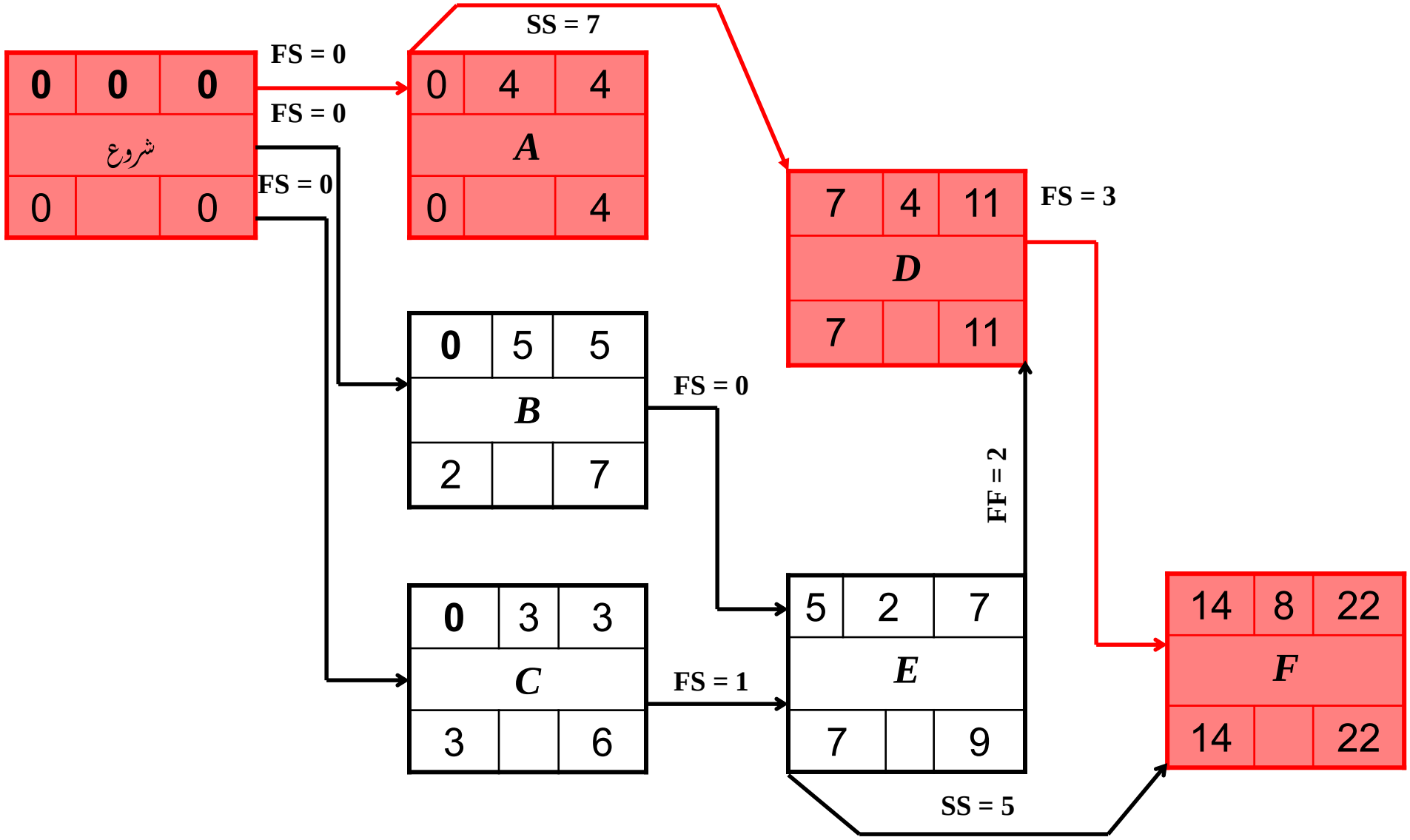
ولی اتمام آن باید حداقل ۲ روز قبل ازاتمام فعالیت D **باشد.** $F_E F_D + 2$

شروع فعالیت F **۵ روز بعد ازشروع فعالیت** E $S_E S_F + 5$

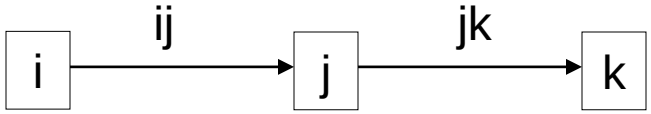
و ۳روز بعد از اتمام فعالیت D **است.** $F_D S_F + 3$

الف – شبکه PN **پروژه را رسم کرده روابط بین فعالیتهای آنرا نشان دهید.**

ب – محاسبات زمانی شبکه رادر حالتی که قطع فعالیتها مجاز نباشد انجام دهید.


0 0 0
شروع
0 0
FS = 0
FS = 0
FS = 0
0 4 4
A
0 4
SS = 7
7 4 11
D
7 11
FS = 3
0 5 5
B
2 7
FS = 0
0 3 3
C
3 6
FS = 1
5 2 7
E
7 9
FF = 2
SS = 5
14 8 22
F
14 22

در این شکل هدف محاسبه زمانی فعالیت jام است . بنا بر این فعالیتهای قبلی با زیر نویس iام و فعالیتهای بعدی با زیر نویس kام مشخص می شوند . همچنین بردار ij نشان دهنده یک رابطه وابستگی قبلی (Predecessor relationship) وبردار jk یک رابطه بعدی (Successor relatonship) را نشان می دهد . از رابطه قبلی در محاسبات مسیر پیشرو و از رابطه بعدی در محاسبات مسیر پس رو استفاده می شود .



الگوریتم محاسبات زمانی

در این حالت فرض بر این است که وقتی فعالیتی شروع می شود نباید تا پایان آن قطع شود یا وقفه ای در انجام آن رخ دهد (Preemtion is not allowed) .

الف – محاسبات مسیر پیشرو

این محاسبات در جهت بردارهای وابستگی از ابتدا به انتهای شبکه با طی گامهای زیر صورت می گیرد .

گام ۱ : برای هر فعالیت بدون رابطه قبلی $ES_j=0$ تعیین می شود .

گام ۲ : زودترین زمان پایان فعالیت jام (مشابه رابطه ۴–۲) برای کلیه فعالیتها همواره از رابطه ۵–۵ بدست می آید .

$$EF_j=ES_j+D$$ رابطه ۵–۵

گام ۳: محاسبه ES_j برای دیگر فعالیتها ، بسته به اینکه نوع رابطه وابستگی بردار قبلی فعالیت jام یعنی ij چه باشد ، از جدول ۵–۵ محاسبه می شود .

جدول ۵-۵- نحوه محاسبه ES_j با توجه به نوع وابستگی قبلی

نحوه محاسبه ES_j	نوع رابطه قبلی ij
$ES_j=EF_i+F_iS_j$	F_iS_j
$ES_j=ES_i+S_iS_j$	S_iS_j
$ES_J=EF_i+F_iF_j-D_j$	F_iF_j
$ES_j=ES_i+S_iF_j-D_j$	S_iF_j

بعد از اینکه ES_j به ازای تمام روابط قبلی محاسبه شد مانند مسیر پیشرو ، در CPM بیشترین مقدار بدست آمده را برای ES_j (فعالیت jام) در نظر می گیریم .

گام ۴ : گامهای ۲ و ۳ را آنقدر تکرار می کنیم تا ES_jو EF_j تمام فعالیتها بدست آیند . در نهایت چون ممکن است چندین فعالیت نهایی داشته باشیم زمان اتمام پروژه T_F از رابطه ۵-۶ بدست می آید .

$$T_F=Max\{EF_j\}$$ رابطه ۵-۶

تمام j ها

عبارت فوق باید برای کلیه فعالیتها محاسبه گردد .

ب- محاسبات مسیر پسرو

این محاسبات در خلاف جهت بردارهای وابستگی از انتها به ابتدای شبکه با طی گامهای زیر صورت می گیرد .

گام ۱: برای هر فعالیت بدون رابطه بعدی $LF_j=T_F$ تعیین می شود .

گام ۲: دیرترین زمان شروع فعالیت **j**ام (مشابه رابطه ۴-۵) برای کلیه فعالیتها همواره از رابطه ۵-۷ بدست می آید .

$$LS_j=LF_j-D \qquad \text{رابطه ۵-۷}$$

گام ۳ : محاسبه LF_j برای بقیه فعالیتها ، بسته به اینکه نوع رابطه وابستگی بردار‌بعدی فعالیت **j**ام یعنی **jk** چه باشد ، از جدول ۵-۶ محاسبه می شود .

جدول ۵-۶- نحوه محاسبه LF_j با توجه به نوع وابستگی بعدی

نحوه محاسبه LF_j	نوع رابطه بعدی jk
$LF_j=LS_k-F_jS_k$	F_jS_k
$LF_j=LS_k-S_jS_k+D_j$	S_jS_k
$LF_j=LF_k-F_jF_k$	F_jF_k
$LF_j=LF_k-S_jF_k+D_j$	S_jS_k

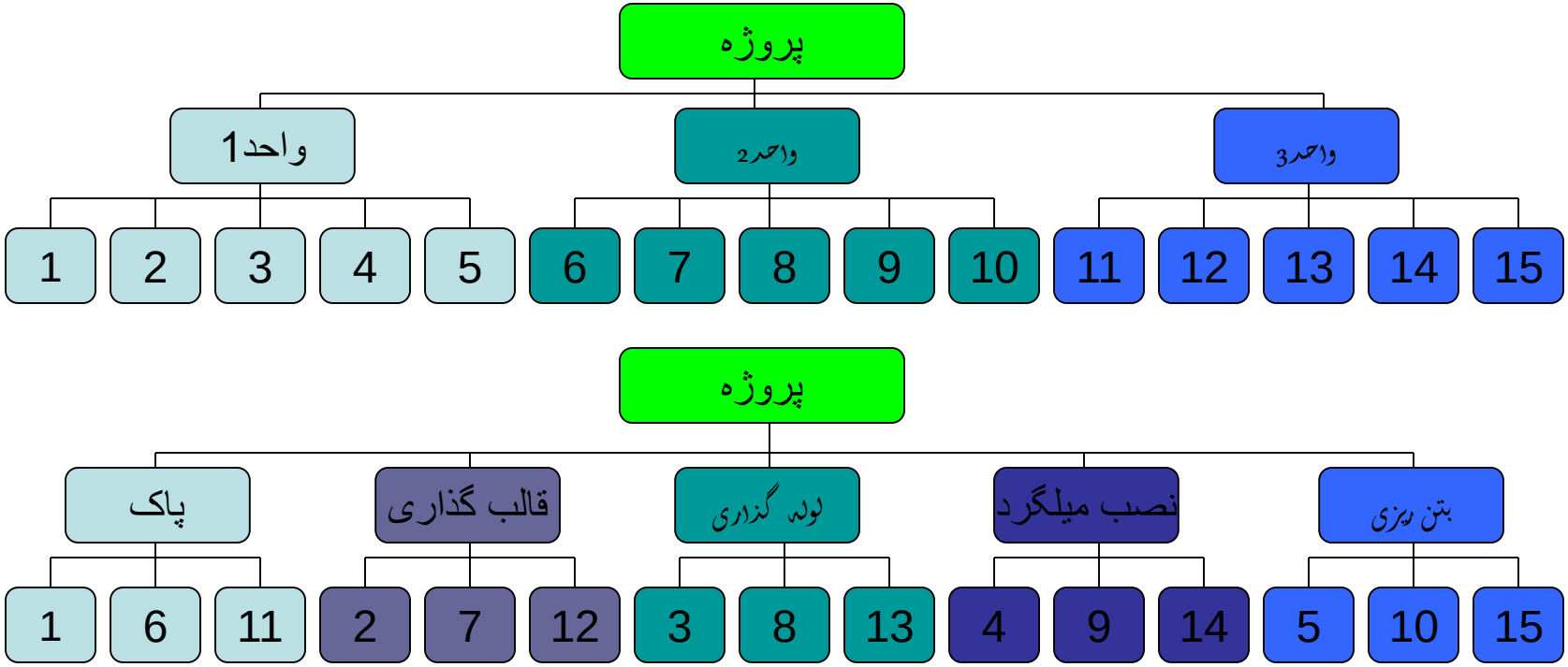
بعد از اینکه LF_j به ازای تمام روابط بعدی محاسبه شد مانند مسیر پسرو ، در CPM کمترین مقدار بدست آمده را برای LF_j (فعالیت **j**ام) در نظر می گیریم .

گام ۴ : گامهای ۲ و ۳ را آنقدر تکرار می کنیم تا LF_j و LS_j تمام فعالیتها بدست آیند .

مثال ۲ – بتن ریزی ۳ واحد مسکونی

نام فعالیت	واحد ۱	واحد ۲	واحد ۳	زمان
پاک کردن محوطه و شیب بندی	1	6	11	۸h
قرار دادن قالبهای بتن	2	7	12	۱۲h
لوله گذاری فاضلاب	3	8	13	۱۶h
نصب میلگردهای بتنی	4	9	14	۹h
بتن ریزی و صافکاری	5	10	15	۴h

مثال ۲ – نمودارهای WBS بتن ریزی ۳ واحد مسکونی



جدول ۵-۴- استخراج علایم وابستگی از متن مصاحبه بعمل آمده از کارشناسان با توجه به گام ۲

| شـــ

۱- باید محوطه قبل از قرار دادن قالبهای بتن یا لوله های فاضلاب پاک شود.	$F_1S_2=۰$	$F_6S_7=۰$	$F_{11}S_{12}=۰$
	$F_1S_3=۰$	$F_6S_8=۰$	$F_{11}S_{13}=۰$
۲- قالبهای بتن و لوله های فاضلاب را می توان همزمان قرارداد ، ولی لوله گذاری فاضلاب باید حداقل ۲ ساعت قبل از اتمام قراردادن قالبهای بتن به پایان برسد (تا بتوان قالبهای آخری را روی اتصالات بین ساختمان و لوله های خارجی قرار داد) .	$F_3F_2+۲$	$F_8F_7+۲$	$F_{13}F_{12}+۲$
۳- تنها پس از گذشت ۷ ساعت از شروع قراردادن قالبهای بتن و لوله گذاری فاضلاب می توان نصب میل گرد های بتنی را شروع کرد . اینکار نمی تواند قبل از اتمام لوله گذاری فاضلاب یا یک ساعت بعد از اتمام قراردادن قالبهای بتن به اتمام برسد .	$S_2S_4+۷$	$S_7S_9+۷$	$S_{12}S_{14}+۷$
	$S_3S_4+۷$	$S_8S_9+۷$	$S_{13}S_{14}+۷$
	$F_3F_4=۰$	$F_8F_9=۰$	$F_{13}F_{14}=۰$
	$F_2F_4+۱$	$F_7F_9+۱$	$F_{12}F_{14}+۱$
۴-قبل از شروع بتن ریزی لازم است ۲ ساعت صرف بازرسی چهار فعالیت اول شود .	$F_4S_5+۲$	$F_9S_{10}+۲$	$F_{14}F_{15}+۲$

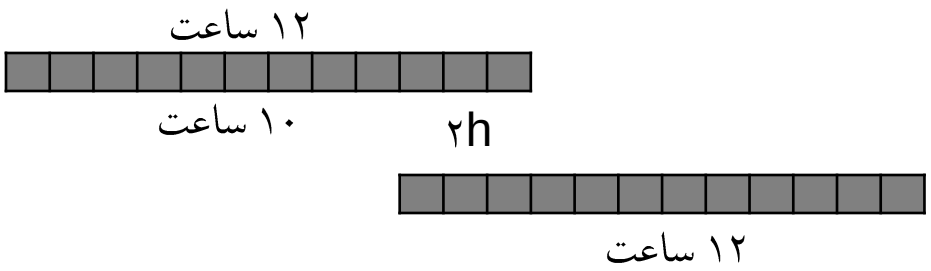
•نکته : چون لازم است ۴ فعالیت اول تمام شوند و سپس ۲ ساعت وقفه بیفتد کافی است این وقفه بین پایان نصب میل گردها (که آخرین فعالیت در بین ۴ تای اول است) و شروع بتن ریزی انجام شود .

• نکته : در بند اول چون قید کرده فعالت ۲و۳ را می توان (ولازم نیست لزوماً) همزمان انجام داد ، لذا برای اجتناب از بوجود آمدن حلقه از نوشتن روابط آن پرهیز نموده ایم . البته اینگونه الفاظ با توجه به معنی جمله،ممکن است معنای الزام (مانند حالت زیر) و یا عدم الزام پیدا کنند .

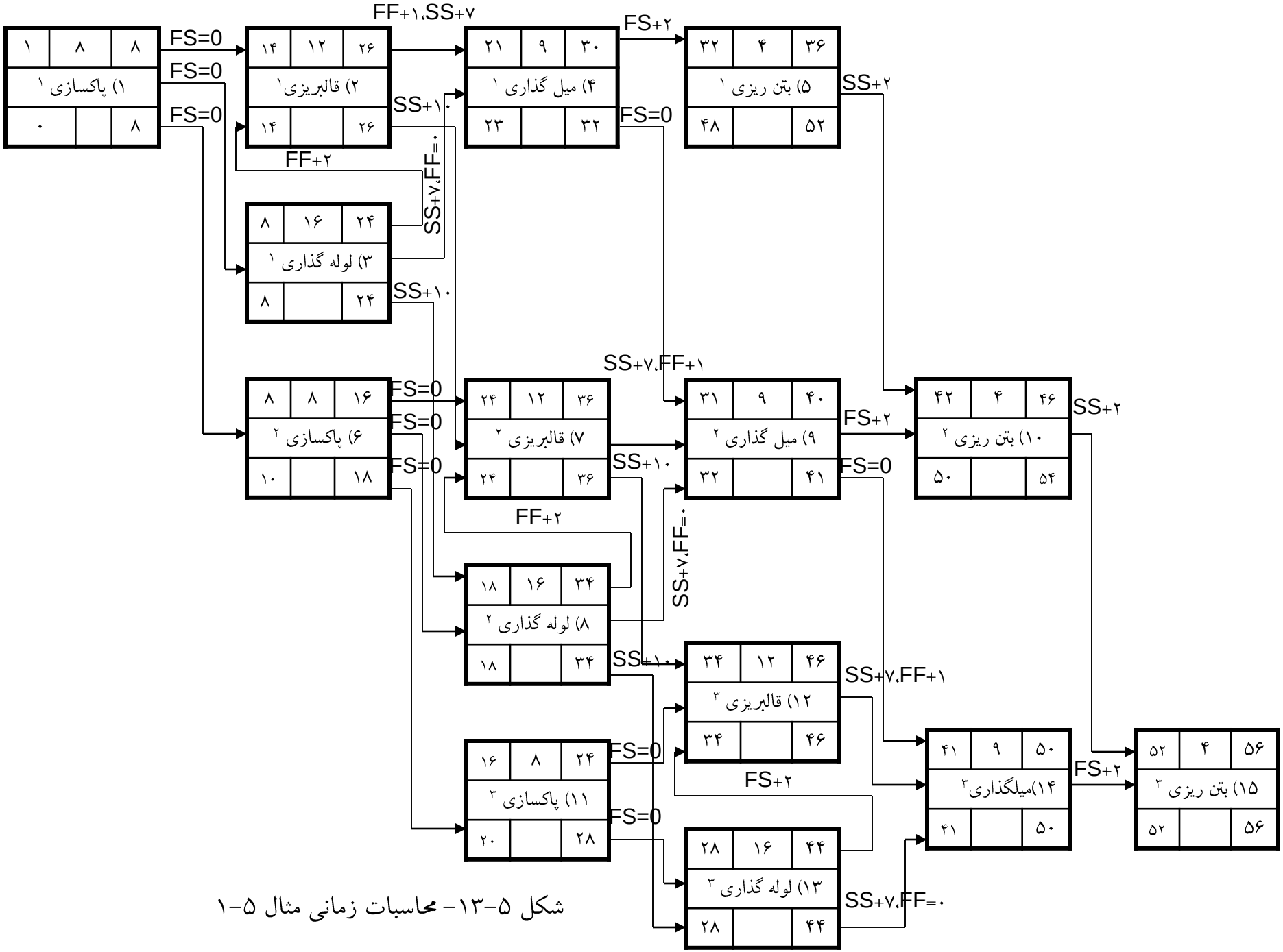
| ادامه شـــ
رابطه واحد ۱و۲	رابطه واحد ۲ و ۳
F_1S_6=۰	F_6S_{11}=۰
F_4S_9=۰	F_9S_{14}=۰
یا F_2S_7−۲	یا F_7S_{12}−۲
S_2S_7+۱۰	S_7S_{12}+۱۰
یاF_5S_{10}−۲	یا$F_{10}S_{15}$−۲
S_5S_{10}+۲	$S_{10}S_{15}$+۲
یا F_3S_8−۶	یا F_8S_{13}−۶
S_3S_8+۱۰	S_8S_{13}+۱۰

۵- کارگرانی که کارهای پاک کردن محوطه و شیب بندی را انجام می دهند باید کار خود را در یک واحد تمام کنند سپس به واحد دیگر بروند . این موضوع در مورد نصب میل گردهای بتنی نیز باید رعایت شود ، ولی قراردادن قالبهای بتن در دو واحد می تواند تا ۲ ساعت بطور همزمان (موازی) انجام شوند . در مورد کارهای بتن ریزی نیز تا ۲ ساعت همزمانی در دو واحد اشکال ندارد . این مقدار برای کارهای لوله گذاری فاضلاب ۶ ساعت است .

نکته : در مورد اینکه دو فعالیت قراردادن قالبهای بتن در دو واحد مسکونی تا ۲ ساعت بطور همزمان یا موازی می تواند انجام شود منظور حالت شکل زیر است .



شکل ۵-۷- نمایش حالتی که دو فعالیت 2و7 ، ۲ ساعت اشتراک زمانی دارند .



شکل ۵-۱۳- محاسبات زمانی مثال ۵-۱

چک لیست روابط وابستگی

1. آیا روابط وابستگی را با کمک افراد متخصص طراحی کرده اید؟
2. آیا در فهرست روابط وابستگی، تنوع روابط وجود دارد؟
3. آیا امکان تغییر روابط FS را به SS یا FF در صورت نیاز به کوتاه کردن زمان پروژه بررسی کرده اید؟
4. آیا از بر قراری بیش از یک رابطه بین دو فعالیت اجتناب کرده اید؟

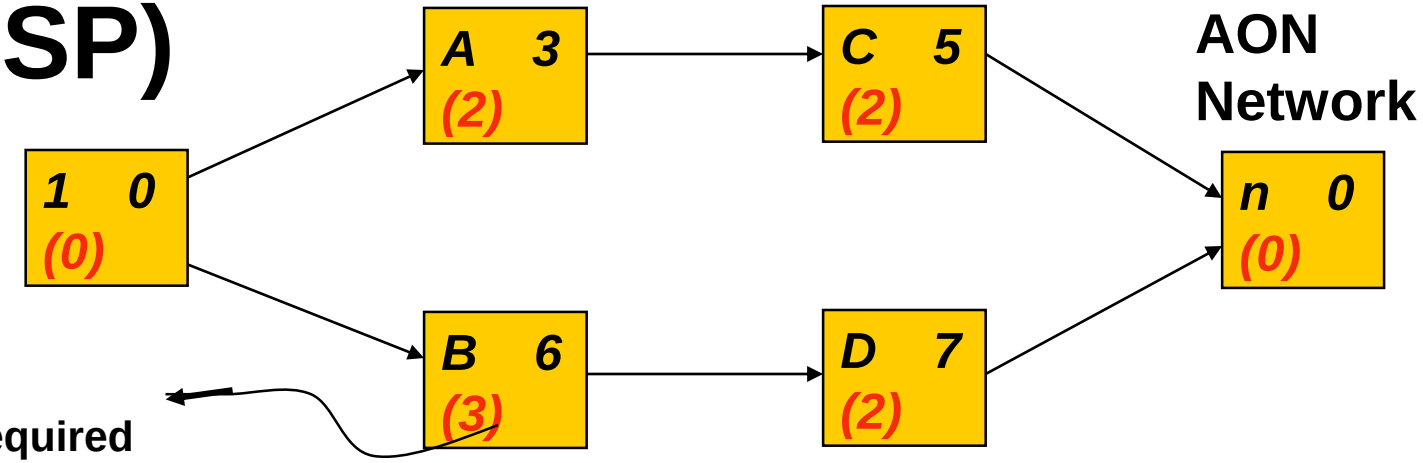
گام چهارم

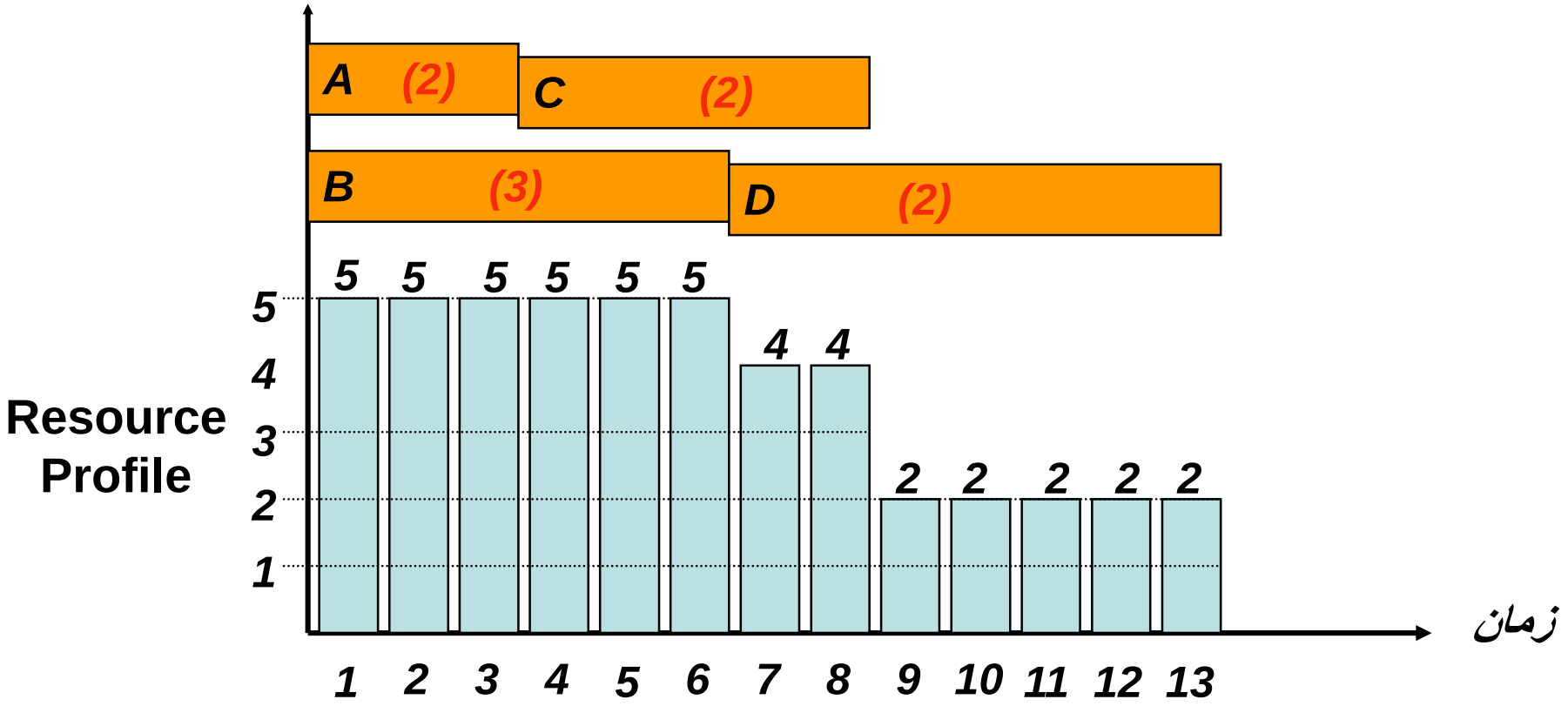
برنامه ریزی تخصیص منابع و هزینه

مشخصات منابع کاری ومصرفی

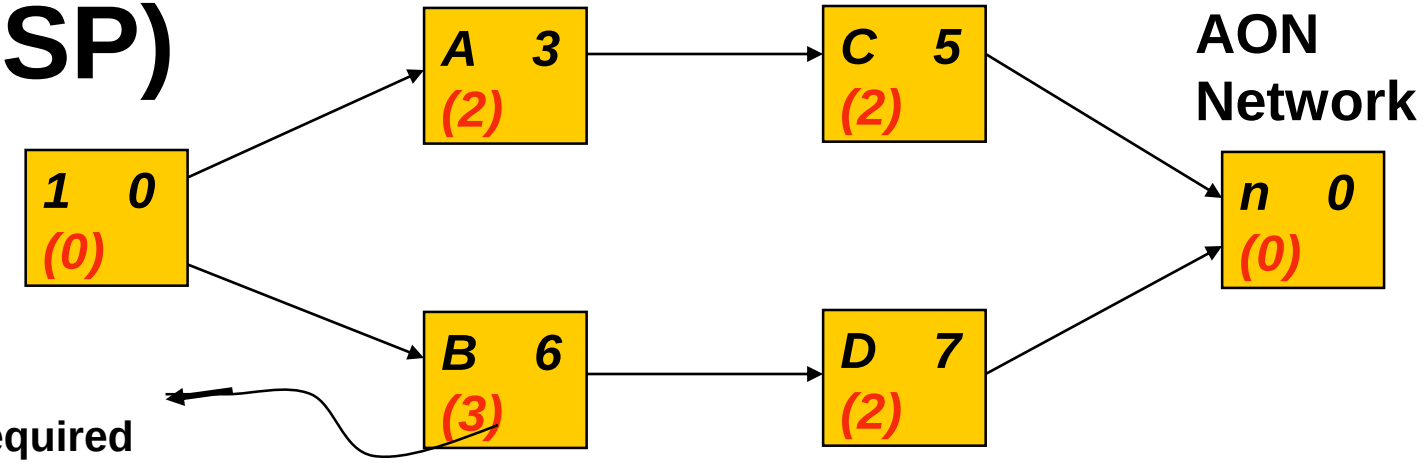
منابع کاری یا تجدید پذیر Renewable	منابع مصرفی یا تجدید ناپذیر Non- Renewable
• شامل: انواع نیروی انسانی وتجهیزات • نیروی انسانی مثل: کارگر،بنا،مهندس... • نجهیزات مثل: لودر،کامیون،بیل مکانیکی... • مشخصه اصلی: با اتمام یک فعالیت منابع واگذارشده به آن بیکاریا آزاد می شوند.	• شامل: انواع ملزومات ومواد‌مصرفی • مثل: گچ،سیمان،کاغذ... • مشخصه اصلی: با اتمام یک فعالیت مقدارمنابع براوردشده به اتمام می رسند.

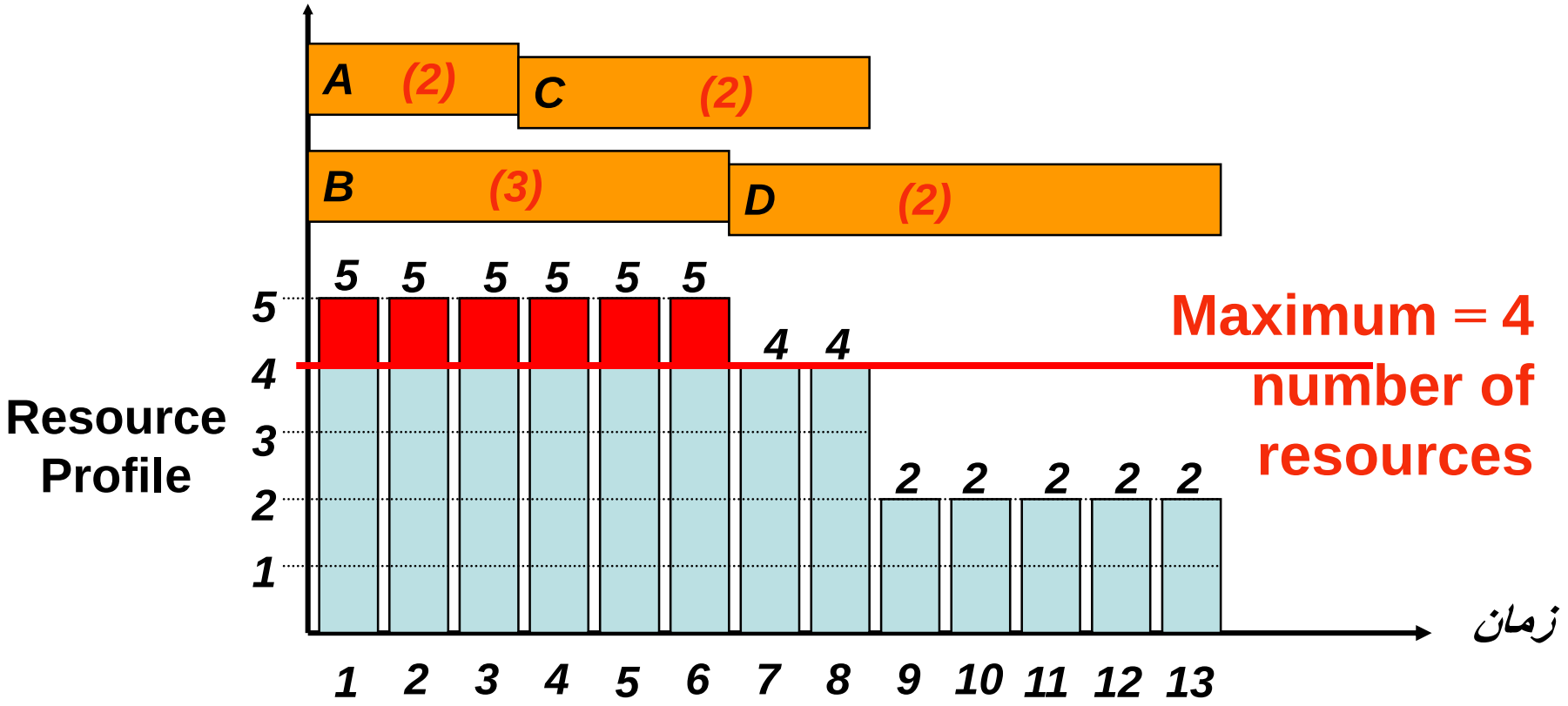
(RCPSP)


AON
Network
1 0
(0)
A 3
(2)
C 5
(2)
B 6
(3)
D 7
(2)
n 0
(0)
Number of
resources required

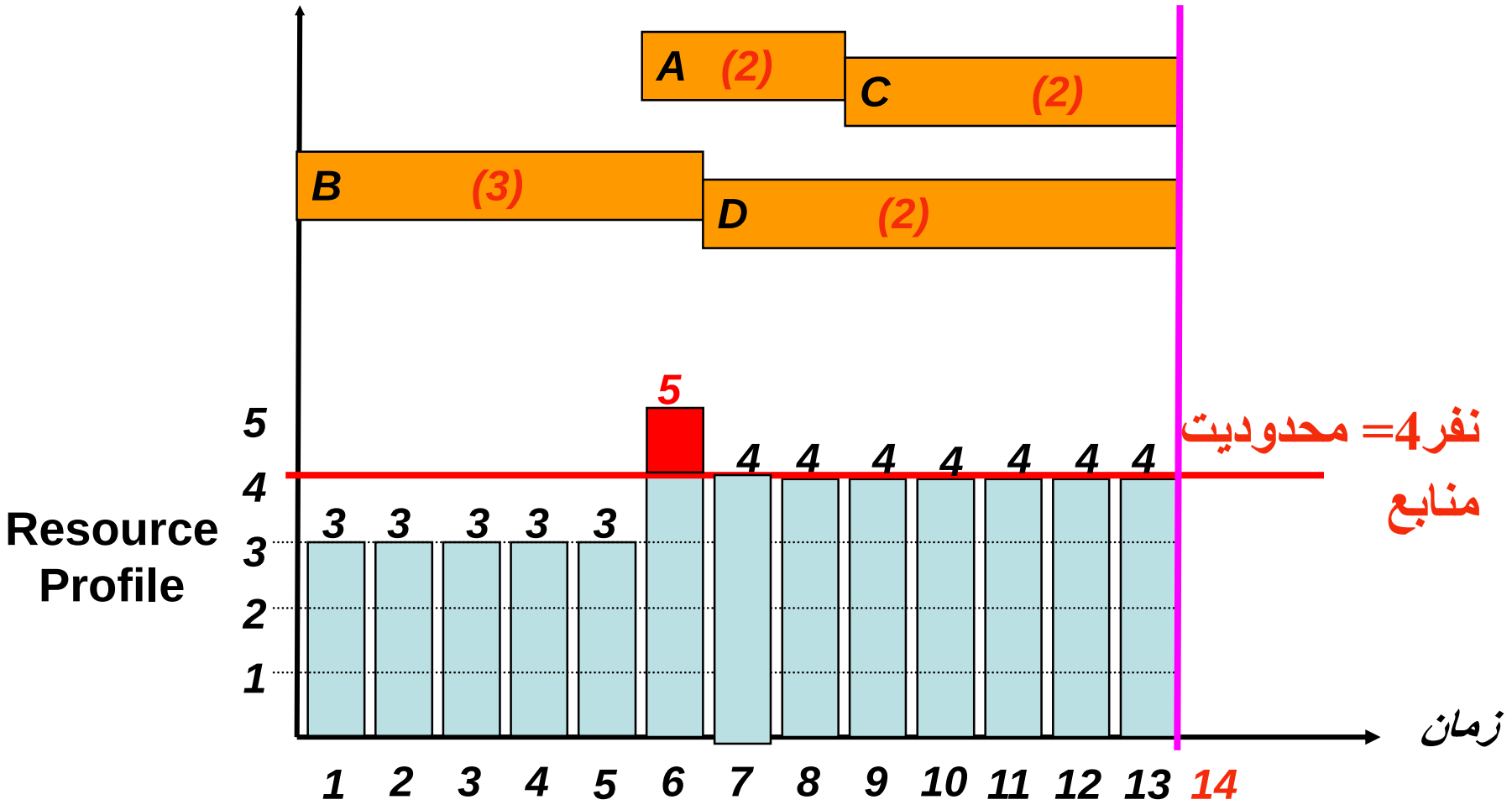

A (2)
C (2)
B (3)
D (2)
Resource
Profile
5 5 5 5 5 5 4 4 2 2 2 2 2
5
4
3
2
1
زمان
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

(RCPSP)


A 3
(2)
C 5
(2)
AON
Network
1 0
(0)
n 0
(0)
B 6
(3)
D 7
(2)
Number of
resources required

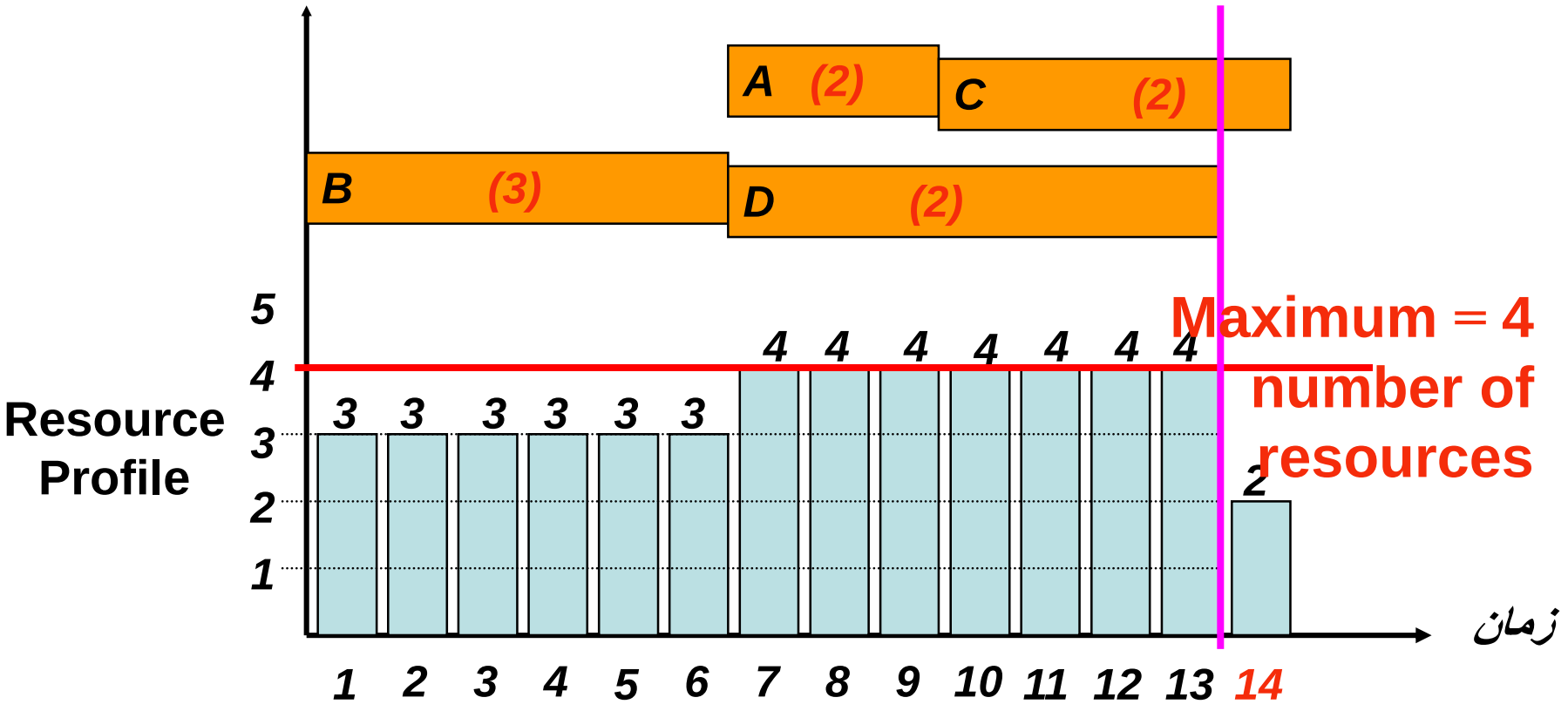

A (2)
C (2)
B (3)
D (2)
5 5 5 5 5 5 4 4 2 2 2 2 2
Maximum = 4
number of
resources
Resource
Profile
5
4
3
2
1
زمان
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

جابجايي فعاليتها در فاصله فرجه آنها

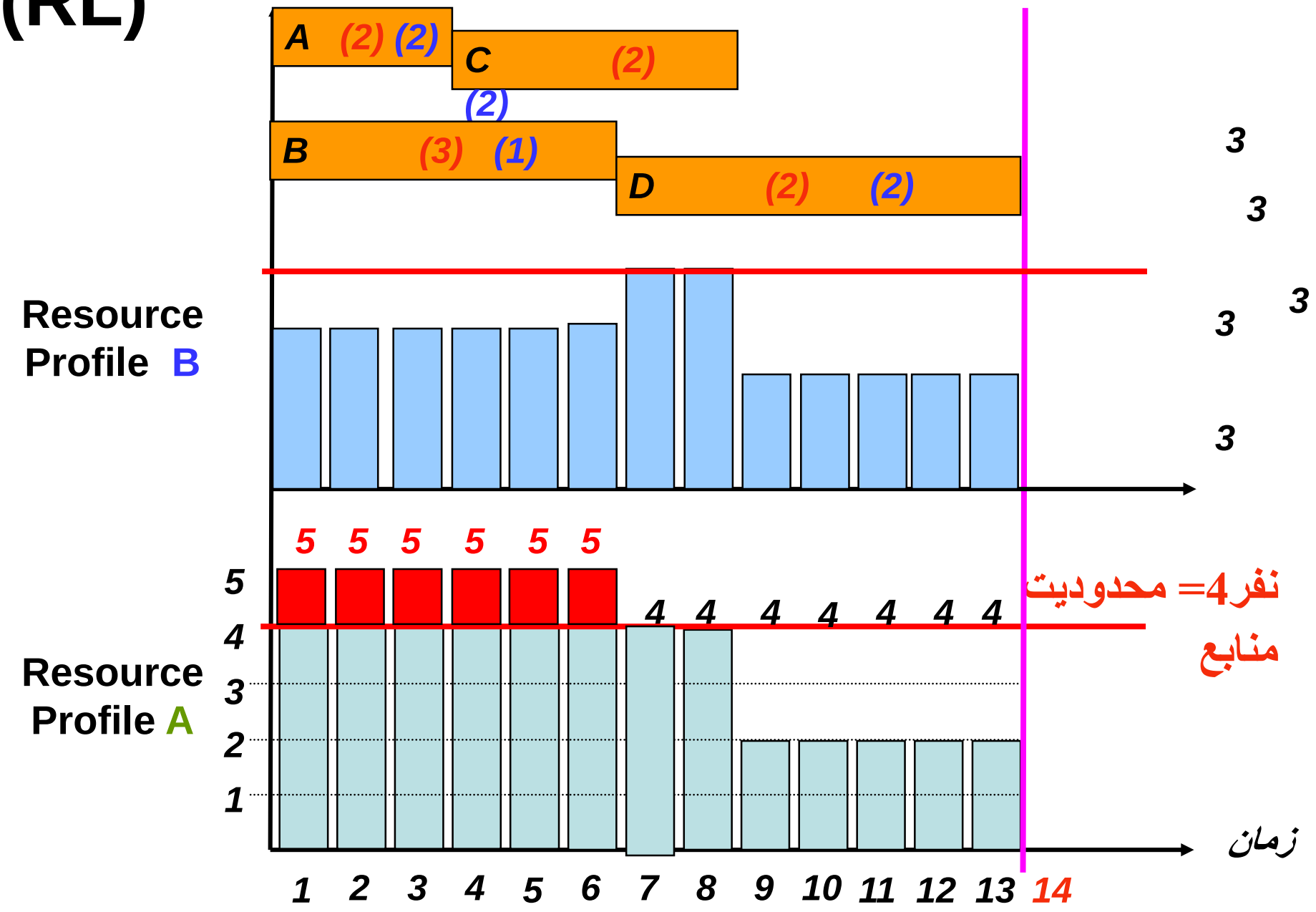


(RCPSP)

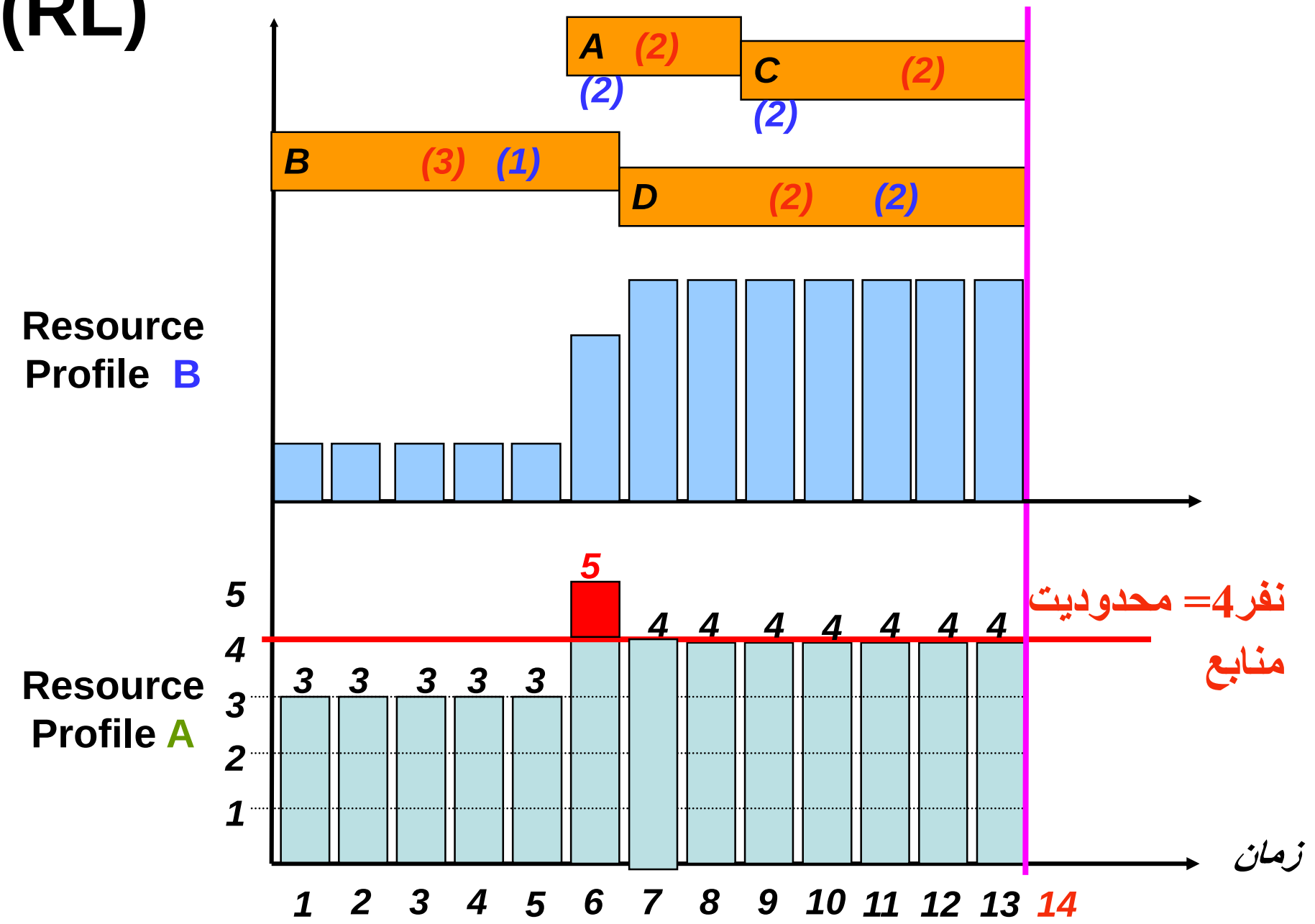
جابجایی فعالیتها بیش از فرجه آنها



(RL)


A (2) (2)
C (2)
(2)
B (3) (1)
D (2) (2)
3
3
3
3
3
Resource Profile B
5 5 5 5 5 5
4 4 4 4 4 4 4
نفر4= محدودیت منابع
Resource Profile A
5
4
3
2
1
زمان
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

(RL)


A (2)
(2)
C (2)
(2)
B (3) (1)
D (2) (2)
Resource Profile B
Resource Profile A
5
4 4 4 4 4 4 4
3 3 3 3 3
نفر4= محدودیت منابع
زمان
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

روشهای کوتاه کردن زمان پروژه

۱–استفاده از روابط SS و FF بجای FS

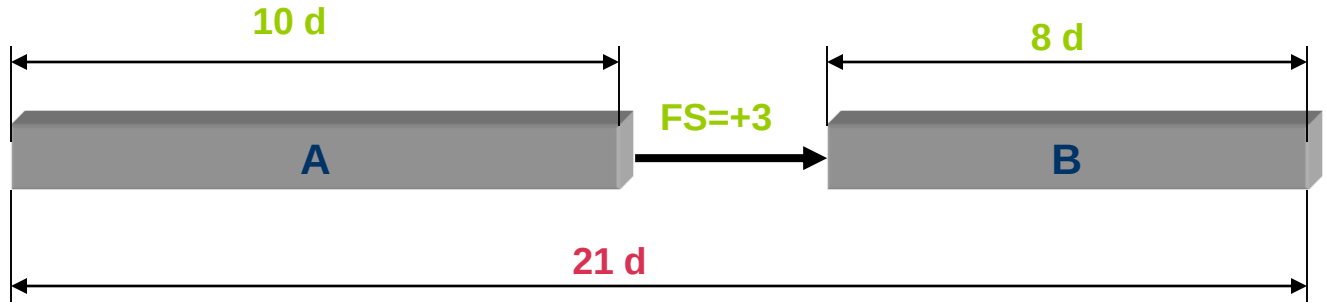
۲– تخصیص اضافه کاری

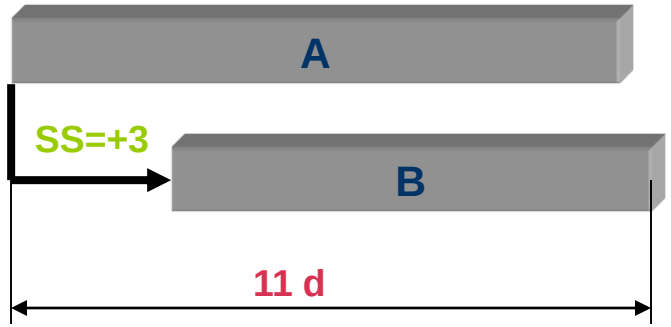
۳– افزایش زمانهای کاری در تقویم پروژه

۴– انجام ضربتی فعالیتهای بحرانی با افزایش منابع یا هزینه فعالیت

روشهای کوتاه کردن زمان پروژه

استفاده از روابط SS و FF سبب کاهش زمان اتمام پروژه می گردد





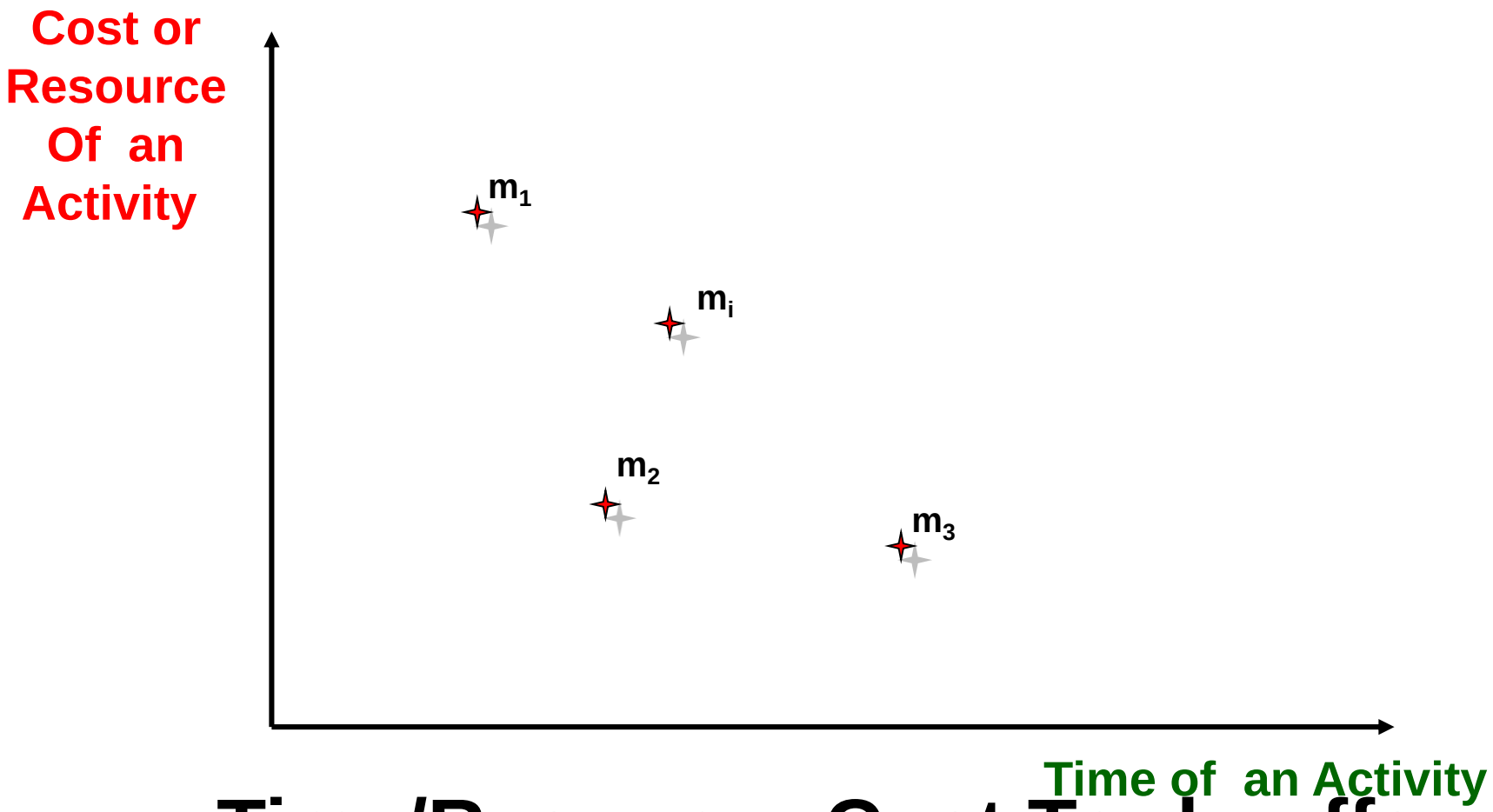
انواع Trade-offs

1- وجود موازنه منابع/ زمان (Time/Resource Trade-offs)

2- وجود موازنه منابع/ منابع (Resource/Resource Trade-offs) یا جایگزینی منابع علاوه بر 1 . (در این حالت برای مثال اگر اجرای یک فعالیت با 2 کارگر ماهر در 8 پریود زمانی انجام می شود می توان آنرا با 1 کارگر ماهر و 2 کارگر ساده در همان 8 پریود زمانی به انجام رسانید. به عبارت دیگر زمان ثابت ولی منابع را جایگزین نمود).

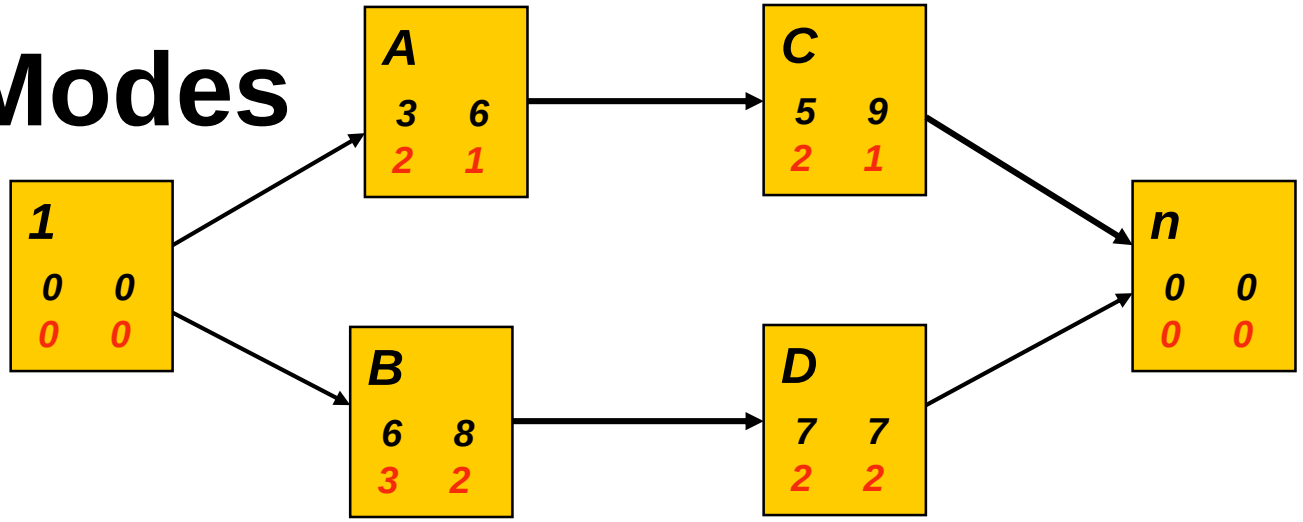
3- وجود موازنه هزینه / زمان (Time/Cost Trade-offs) . علاوه بر 2. (ضمنا اکثر تحقیقات انجام شده در مسائل Trade-offs نیز مربوط به این حوزه است.

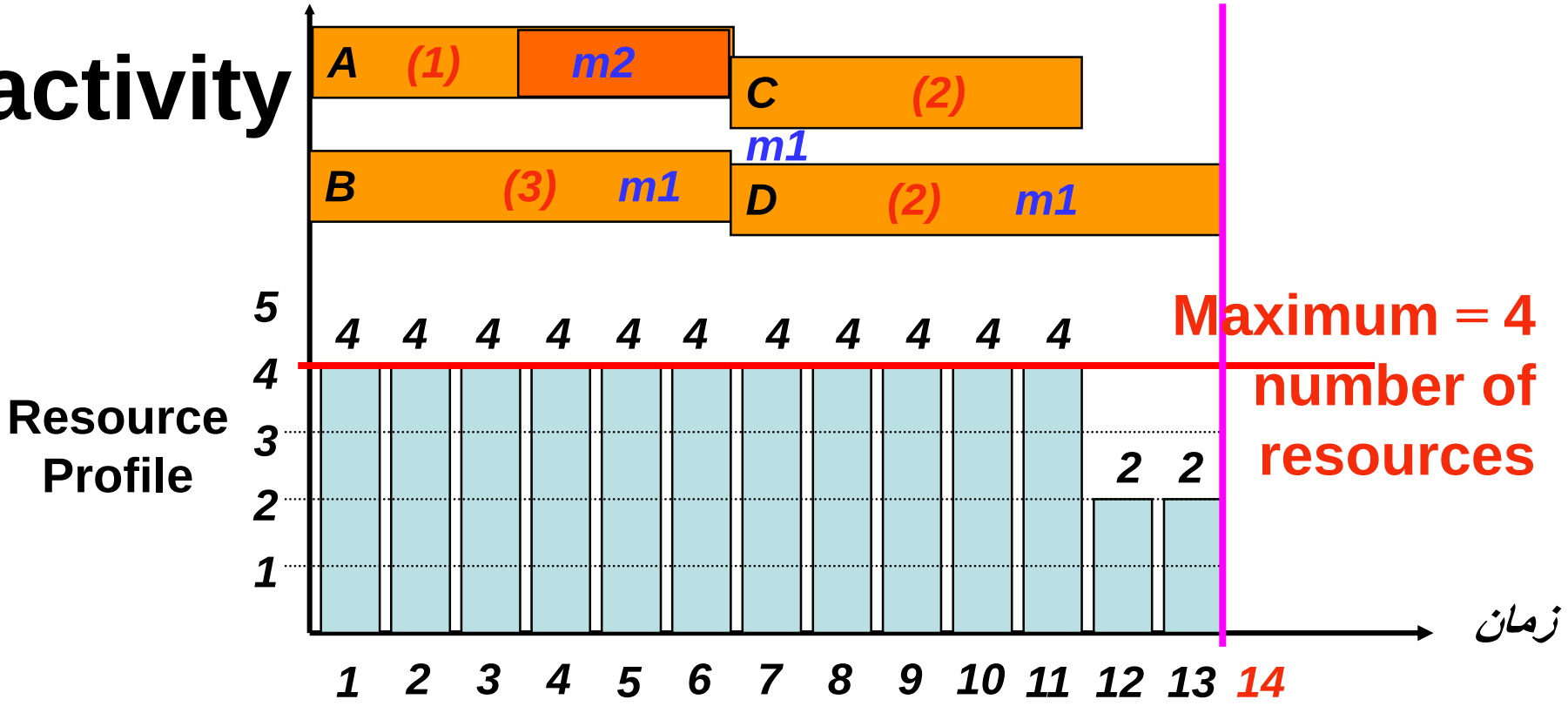
Multi-mode for an activity



Time/Resource-Cost Trade-offs

Two Modes for each activity



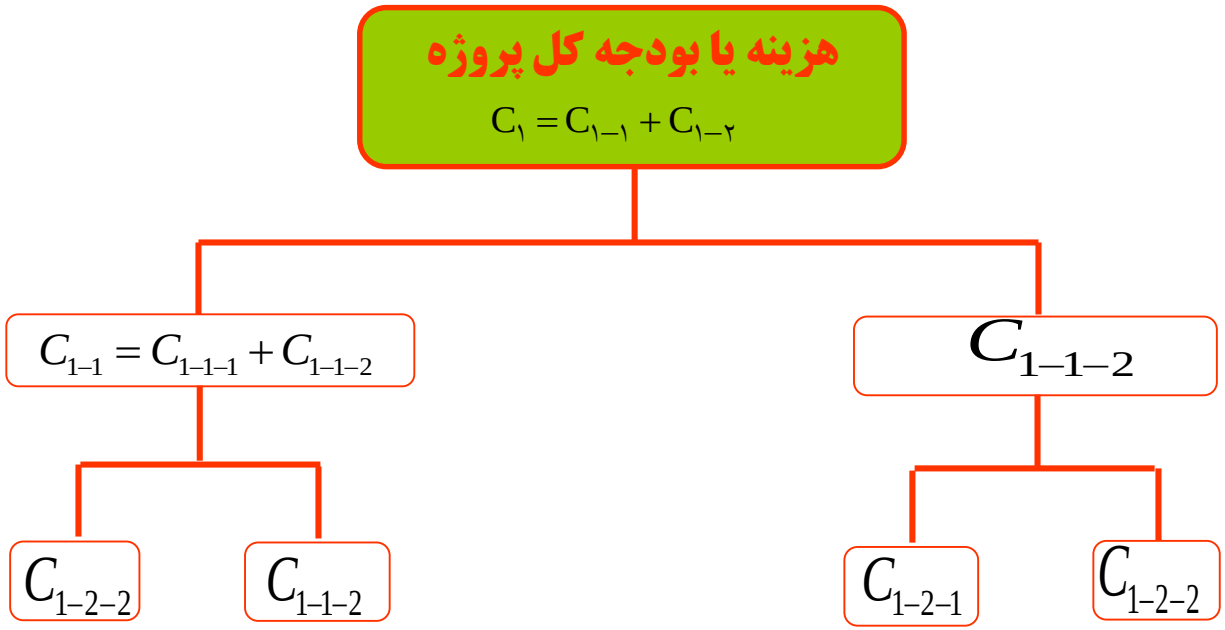


برآورد و برنامه ریزی هزینه

Cost Estimating

نمودار CBS برای محاسبه بودجه پروژه:

(Cost Breakdown Structure)CBS



جدول گانت برنامه فعالیتها بر حسب زودترین و دیر ترین زمان شروع و مقایسه هزینه هر برنامه

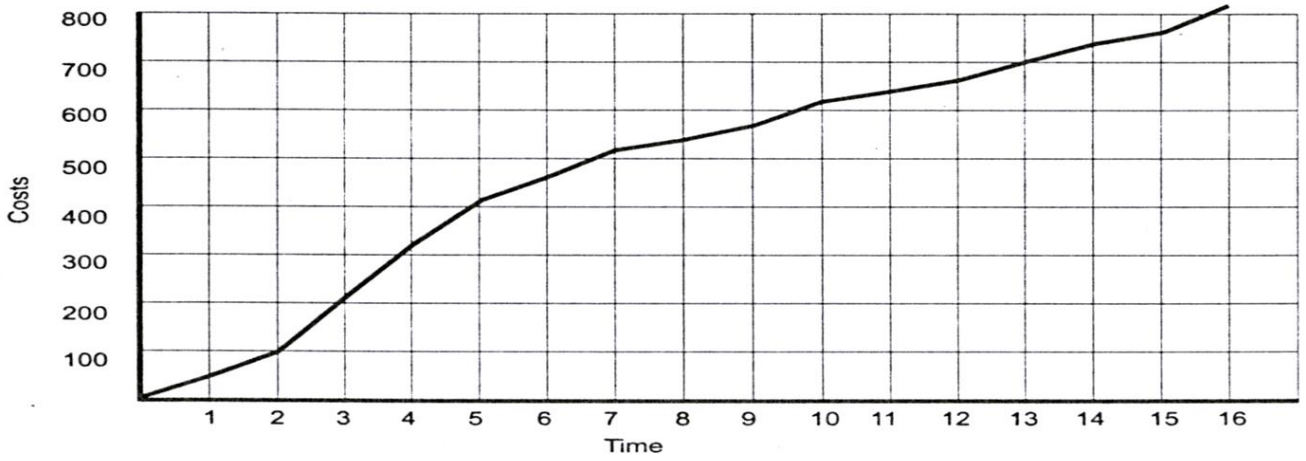
فعالیت	r_{ij}	D_{ij}	ES_{ij}	LS_{ij}	T ۱	۲	۳	٤	٥	٦	V	٨	٩	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥
1-2	-	۲	۱	٥	۰	۰			۰	۰									
1-3	٤	۲	۱	٤	۱۲۰	۸۰		۱۲۰	۸۰										
1-4	٤	٤	۱	۱	۱٦۰	۱۲۰	۱۲۰												
2-5	۲	۳	۳	V			۹۰	٥۰	٥۰	٥۰	۹۰	٥۰	٥۰	٥۰					
3-6	۳	۳	۳	٦			۳۰۰	۰	۰	۳۰۰	۰	۰							
3-7	-	٤	۳	۸			۱٥۰	۰	۰			۱٥۰	۰	۰					
4-7	٥	V	٤	٤				۳٥	۲٥	۲٥	۲٥	۲٥	۲٥	۲٥					
5-8	۳	۲	V	۱۱							۱۲۹	۱۰٥		۱۲۹	۱۰٥				
6-8	-	٤	٦	۹						۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰			
7-9	٦	٥	۱۱	۱۱											۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰
8-9	-	۳	۱۰	۱۳										۲۰۰	۰	۰	۲۰۰	۰	۰
هزینه روزانه برنامه ی زودترین					۲۸۰	۲۰۰	۶۶۰	۸٥	۷٥	۷٥	۱٥۴	۱۳۰	۲٥	۲۲٥	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰
مقادیر تجمعی فوق BCWS					۲۸۰	۴۸۰	۱۱۴۰	۱۲۲٥	۱۳۰۰	۱۳۷٥	۱٥۲۹	۱٦٥۹	۱٦۸٤	۱۹۰۹	۲۰۲۹	۲۱٤۹	۲۲٦۹	۲۳۸۹	۲٥۰۹
هزینه روزانه برنامه ی دیرترین					۱٦۰	۱۲۰	۱۲۰	۱٥٥	۱۰٥	۳۲٥	۱۱٥	۲۲٥	۷٥	۷٥	۲٤۹	۲۲٥	۳۲۰	۱۲۰	۱۲۰
هزینه تجمعی برنامه ی دیرترین					۱٦۰	۲۸۰	٤۰۰	٥٥٥	٦٦۰	۹۸٥	۱۱۰۰	۱۳۲٥	۱٤۰۰	۱٤۷٥	۱۷۲٤	۱۹٤۹	۲۲٦۹	۲۳۸۹	۲٥۰۹

منحنی S هزینه (BCWS)

نمودار گانت
بر اساس ES

Activity list	MAY DAYS 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
100	50	50														
200			50	50	50	-	-	-	-	- ♦						
300			10	10	10	10	10	10								
400			50	50	-	-	-	-	-	-	-	- ♦				
500						10	10	10	10	10	-	-	-	-	- ♦	
600									30	30	30	30	30	30	30	
700					30	30	30	-	-	-	-	-	-	-	- ♦	
800																50
Expenses per day	50	50	110	110	90	50	50	20	40	40	30	30	30	30	30	50
Accumulated expenses	50	100	210	320	410	460	510	530	570	610	640	670	700	730	760	810

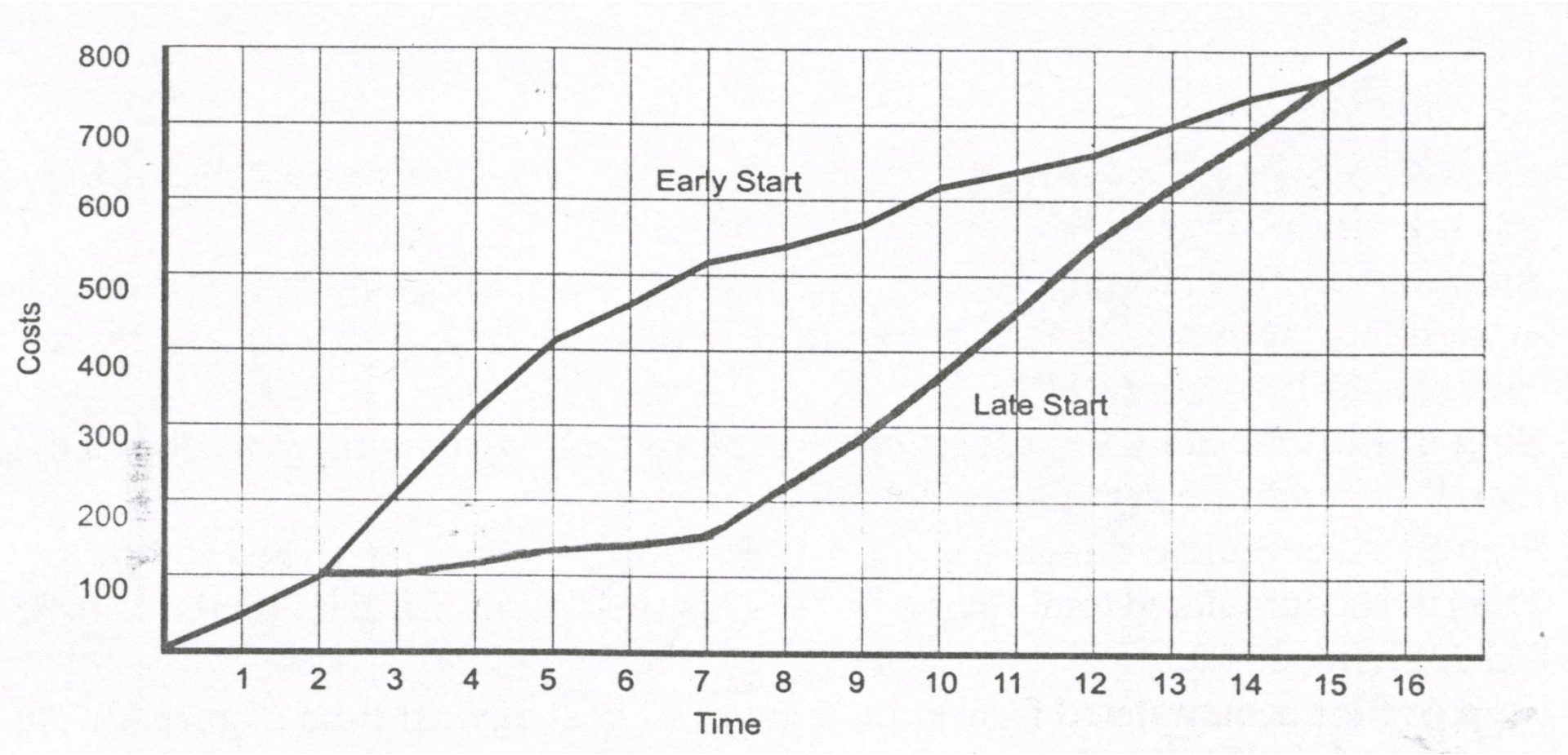
منحنی
Sهزینه



منحنی موز

Banana Curve

منحنی موز نشان دهنده هزینه های تجمعی تکمیل پروژه در حالت اجرا براساس زمان بندی ES و LS است



چک لیست تخصیص منابع و هزینه

1. آیا نیاز منابع و اثر آنها را برای فعالیتها لحاظ کرده اید؟
2. آیا گرافهای منابع را تهیه کرده اید؟
3. آیا محدودیت منابع وجود دارد؟ اگر جواب مثبت است آیا اثرات آنرا در نظر گرفته اید؟
4. آیا محدودیت منابع مصرفی و هزینه وجود دارد؟ اگر جواب مثبت است آیا اثرات آنرا در نظر گرفته اید؟

گام پنجم

کنترل و نظارت بر پروژه

Risk Management

تعریف مدیریت ریسک

مدیریت ریسک فرایند سیستماتیک در شناسایی، تجزیه و تحلیل و واکنش به ریسکهاست که به منظور بیشینه نمودن نتایج وقایع مثبت و کمینه کردن احتمال وقوع یا اثر پیامدهای ناگوار پیاده‌سازی می‌شود.

فرایندهای مدیریت ریسک

۱– برنامه‌ریزی مدیریت ریسک

۲– شناسایی ریسک

۳– تجزیه و تحلیل کیفی ریسک

۴– تجزیه و تحلیل کمی ریسک

۵– برنامه‌ریزی واکنش به ریسک

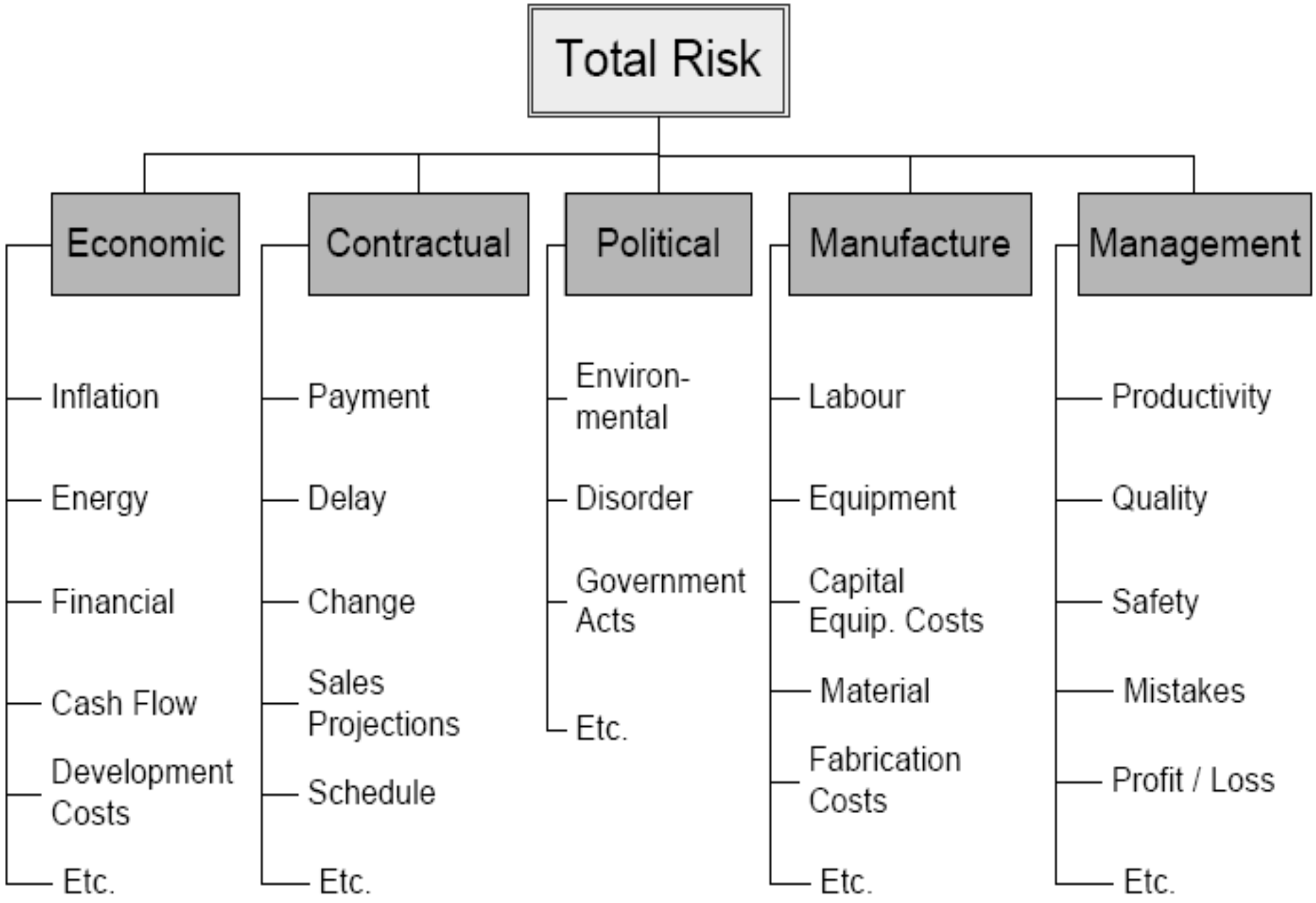
۶– پیگیری و کنترل ریسک

راههای شناسایی ریسک

استفاده از نمودار علت و معلول (Fish Bone)

- استفاده از اطلاعات پروژه های گذشته
- استفاده از دانش متخصصین
- کارمندانی که کار را انجام می دهند
- جستجو در دانش مکتوب
(کتب ؛ مقالات و غیره)
- استفاده از Checklist ریسک
- طوفان فکری(Brainstorming)

شناسایی ریسک



تجزیه و تحلیل کیفی ریسک

Qualitative Risk Analisis

تجزیه و تحلیل کیفی ریسک، فرایند تشخیص و ارزیابی احتمال تاثیر ریسکهای تبیین شده می‌باشد. در این فرایند، ریسکها بنابر میزان اثرات بالقوه هر یک از آنها بر روی اهداف سازمان، اولویت‌بندی می‌شوند

احتمال ریسک: درجه احتمال وقوع ریسک در آینده

شدت تاثیر: شدت تاثیرگذاری ریسک (در صورت وقوع پیامدها) بر اهداف سازمان یا پروژه

- در تحلیلهای کیفی، احتمال وقوع و شدت تاثیر ریسک، با عبارات کیفی خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد مشخص می‌شوند.

ماتریس ریسک

اسامی خبرگان	ریسکهای تبیین شده						مجموع
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
خبره 1	20	30	10	20	15	5	100
خبره 2	15	25	15	15	20	10	100
خبره 3	35	30	0	15	10	10	100
خبره 4	20	35	0	5	25	15	100
مجموع کل	90	120	25	55	70	40	400
رتبه ریسک	2	1	6	4	3	5	

ماتریس ریسک (روش احتمال × شدت)

میزان ریسک (احتمال در شدت)					احتمال وقوع
0.72	0.36	0.18	0.09	0.045	0.9
0.56	0.28	0.14	0.07	0.035	0.7
0.4	0.2	0.1	0.05	0.025	0.5
0.24	0.12	0.06	0.03	0.015	0.3
0.08	0.04	0.02	0.01	0.005	0.1
0.8	0.4	0.2	0.1	0.05	
شدت تاثیر					

تجزیه و تحلیل کمی ریسک

Quantitative Risk Analysis

تجزیه و تحلیل کمی ریسک، فرایند تحلیلهای عددی احتمال وقوع پیامدهای موثر بر اهداف پروژه می‌باشد. با استفاده از این فرایند، مقدار عددی ریسک و احتمال دستیابی به اهداف پروژه، تعیین می‌شوند.

ابزارهای تحلیل کمی

- مصاحبه
- تجزیه و تحلیل حساسیت
- تجزیه و تحلیل درخت تصمیم‌گیری
- تجزیه و تحلیل درخت واقعه
- شبیه‌سازی

مصاحبه با خبرگان (مثال)

ریسک : توسعه یک کارگاه تولیدی

عامل متاثر : هزینه

فعالیتهای عمده	تخمین		
	خوش‌بینانه	محتمل	بدبینانه
طراحی و مهندسی	4	6	10
ساخت و حمل	16	20	35
نصب و راه‌اندازی	15	15	23
مجموع	31	41	68

مثالی از تحلیل فراوانی

ریسک	فراوانی	سهم
تاخیر در ارسال مواد اولیه	12	7 ٪
خراب شدن دستگاه گلوگاه	20	13 ٪
محصول رقیب	34	21 ٪
فاسد شدن محصول	25	15 ٪
تاخیر درتوزیع	71	44 ٪
مجموع	162	100 ٪

تحلیل احتمال و اثر ریسک

Risk	Probability	Impact	Expected Value
1	25%	$45,000	$11,250
2	50%	$2,000	$1,000
3	30%	$100,000	$30,000

درخت تصمیم گیری

Decision Definition	Decision Node	Chance Node		Prob x Impact	Net Impact
	Cost of the Decision	Probability	Impact		Cost + Total EV
		Early		$1,500	
		10%	+$15,000		
	Develop In House	On Time		$0	($32,500)
	($20,000)	20%	$0		
		Delayed		($14,000)	
		70%	-$20,000		
Develop In House or Contract?				TOTAL ($12,500)	
		Early		$1,500	
		10%	+$15,000		
	Contract	On Time		$0	($31,500)
	($30,000)	70%	$0		
		Delayed		($3,000)	
		20%	-$15000		
				TOTAL ($1,500)	

برنامه واکنش به ریسک

Risk Response Planning

شناسایی راه‌کارهایی که موجب کاهش ریسک و تقویت فرصت‌های پروژه می‌شوند

ابزارهای برنامه‌ریزی واکنش

1. – اجتناب
2. – انتقال
3. – کاهش
4. – پذیرش
5. – ماتریس SWOT

استراتژی پرهیز و اجتناب - Risk Avoidance

- ابتدا تحلیل علت و معلول
- سپس حذف علت اصلی وقوع ریسک

مثال:

- ریسک عدم آشنایی پرسنل با فرآیندهای فاز توسعه
- استراتژی پرهیز: آموزش – بکار گرفتن مشاوران خبره

استراتژی انتقال
Risk Transfer

- پرداخت به کسی یا موسسه ای برای تقبل ریسک وقوع خطرات مثل موسسه بیمه
- از طریق انعقاد قراردادهای فرعی
- از طریق اخذ تضامن ها

استراتژی کاهش احتمال وقوع -
Mitigating Risk Probability

- مشابه استراتژی پرهیز با این تفاوت که عدم اطمینان حذف کامل نمی‌شود.
- تحلیل علت و معلول یاری می‌کند.

مثال : ریسک عدم کارکرد تکنولوژی جدید.

- بکارگیری متخصصین در ناحیه مربوطه
- انجام پروژه بلوغ تکنولوژی
  - انجام نمونه آزمایشی
  - انجام توسعه تکاملی

استراتژی کاهش خسارت -
Mitigating Risk Impact

- آمادگی برای پیشامدهای احتمالی برای کاهش خسارت خطرات احتمالی - Contingencies
- راه‌های جایگزین : پیشبینی مسیرهای جایگزین پس از وقوع ریسک (رفتن به پناهگاه)
- پشتیبان : پیشبینی پشتیبان - Backup - برای مواقعی که اصل از بین می‌رود. (CD Backup)
- مشابه استراتژی انتقال

پذیرش ریسک

Accepting Risks

- پذیرش ریسک های کم
- پذیرش ریسک‌های میانی در صورتی که هزینه واکنش بالا باشد
- برای ریسک های قابل پذیرش ذخیره - reserve - درنظر بگیرید.

تحلیل ماتریس SWOT

W – ضعف‌ها لیست ضعف‌ها	**S – قوت‌ها** لیست قوت‌ها	
WO Strategies ***غلبه بر ضعف‌ها با استفاده از مزایای فرصت‌ها***	**SO Strategies** ***استفاده از قوت‌ها برای استفاده از منافع فرصت‌ها***	**O – فرصتها** لیست فرصت‌ها
WT Strategies ***حداقل کردن ضعف‌ها و جلوگیری از تهدیدها***	**ST Strategies** ***استفاده از قوت‌ها برای اجتناب از تهدیدها***	**T – تهدیدها** لیست تهدیدها

کنترل ریسک

Risk Monitoring & Control

پایبدن ریسک‌های شناخته شده و بازشناسی ریسک‌های تازه و ارزیابی پیامدهای اجرای برنامه مدیریت ریسک

۳–گروه فرآیندهای اجرائی
(Executing Process Group)

شامل تمام اقدامات و هماهنگی های لازم برای اجرای برنامه ها و تولید تحویل شدنی ها طبق کیفیت و مشخصات خواسته شده است.

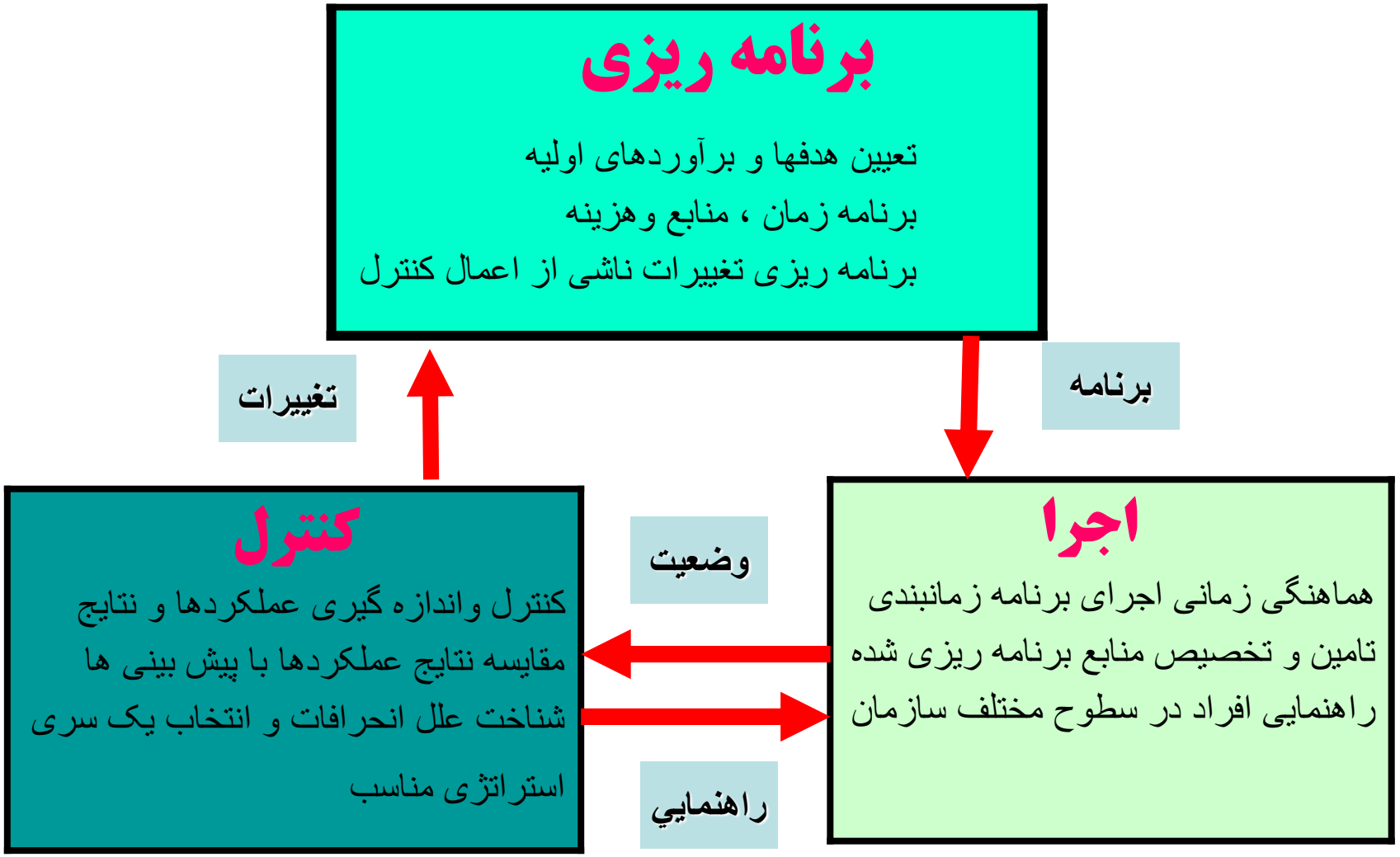
۴–گروه فرآیندهای کنترلی
(Controlling Process Group)

شامل اجرای سیستمهای کنترلی

بهنگام سازی برنامه

کنترل تغییرات

ارتباط فرآیندهای برنامه ریزی،اجرا و کنترل پروژه



دلائل نیاز به کنترل

۱– مشکلات فنی که بصورت غیره منتظره پیش می آیند.

۲– خواسته های مشتریان در مشخصات سیستم تغییر می یابد که منجر به تغییر PBS، FBS وWBS یا میشود.

۳– توالی فعالیتها کمی ناصحیح تعیین شده و یا نوع روابط وابستگی به درستی تعریف نشده اند.

۴– فعالیتهای پیشنیازی در زمان لازم تکمیل نشده اند و یا برخی از آنها از قلم افتاده اند.

۵– مواد منابع مصرفی زمانی که مورد نیاز بودند، در دسترس قرار نداشتند.

۶– پیش بینی زمان ، منابع وهزینه اجرای فعالیتها مخصوصا در حالات نرمال و فشرده بدرستی صورت نگرفته است.

۷– بعلت مشکلا ت فنی برخی فعالیتها به منابع بیشتری احتیاج پیدا نموده اند.

۸–محدوده و قلمرو پروژه بسط داده شده است.

۹– ضعف تشکیلاتی سازمان پروژه و عدم تناسب اختیارات با مسئولیتها وجود دارد.

کنترل و بهنگام سازی اهداف و تحویل شدنی های پروژه

اغلب اهداف و طرحهای اولیه تغییر می کنند. از آنجایی که این تغییرات بر کل پروژه تاثیر میگذارد
بهنگام سازی آنها از اهمیت بسزا یی برخوردار است.این تغییرات معمولا بخاطر یکی از سه عامل
اصلی زیر رخ میدهد:

۱– افزایش دانش فنی ، سطح آگاهی و توقعات کارفرما

۲ – تردید درمورد اقلام قابل تحویل پروژه (PBS) و تکنولوژی بکار رفته در آن

۳– تغییر در قوانین ، فرضیات یا اصول بکاررفته در فرآیند اجرای پروژه

بیشتر تغییرات فوق از طرف کارفرما و اعضای تیم پروژه است زیرا تمایل دارند تولید
خدمات را توسعه دهند. بدون اعمال کنترل ، تجمع مداومی از تغییرات کوچک میتواند ضربه

شدیدی بر هزینه و برنامه زمانبندی پروژه داشته باشد.

مراحل کنترل اهداف و تحویل شدنی های پروژه

۱– مرور تغییراتی که برای پروژه درخواست میگردد .

۲– ارزیابی منافع و هزینه های تغییرات مورد نیاز

۳– قبول یا رد تغییرات درخواست شده بصورت کتبی

۴– تعریف و مشخص کردن تمام اثرات آن تغییر روی ساختار PBS، FBS و یا WBS

۵– تضمین اینکه تغییرات به شیوه مناسب اعمال خواهند شد.

کنترل فرایندهای اجرایی و بهنگام سازی برنامه پروژه

با توجه به شکل از آنجاییکه فرآیندهای برنامه ریزی و اجرا به صورت یک چرخه در تعامل با یکدیگرند، این قسمت به کنترل هر دو فرآیند اشاره داشته و مهمترین بخش اجرای کنترل است.

گام ۲– بهنگام سازی فعالیتهای پروژه و روابط وابستگی آنها: ممکن است در عمل ماهیت برخی فعالیتها تا حدودی فرق کند یا روابط وابستگی میان آنها بگونه ای دیگر شود ویا نوع روابط وابستگی (FS، SS، FF و SF) تغییر کند. بنابراین هر یک از این تغییرات باید در طرح برنامه ریزی شده اعمال و اطلاعات مربوط به فعالیتها بهنگام شود.

گام۳– بهنگام سازی فعالیتها و محاسبات زمانی مربوط به آنها

ابزار:سیستم کنترل دوره ای (Periodic)

سیستم کنترل پریودیک مرسوم ترین سیستم در کنترل پروژه است. در این سیستم در تاریخهای خاصی که آنها را تاریخ وضعیت (Status Date) می نامند ابتدا مقادیر پیش بینی شده (Baseline) را ذخیره (Save) نموده و وضعیت اجرای واقعی پروژه را مورد بررسی قرار داده و اطلاعات آن را بهنگام می کنند.

ابزارسیستم کنترل دوره ای (periodic)

برای مثال مراحل این کار در MSP به قرار زیر است:

گام ۱: مقادیر پیش بینی شده اطلاعات فعالیتها را وارد نموده تا برنامه مطلوب تهیه گردد.

گام ۲: برنامه Fix شده فوق حکم مبنا یا Baseline را دارد. برای حفظ این استاندارد باید به وسیله آپشن Save Baseline مقادیر پیش بینی شده را ذخیره نمود تا قابل مقایسه با مقادیر واقعی باشد.

اگر Save Baseline را انجام ندهید با وارد کردن مقادیر واقعی، این اطلاعات جایگزین مقادیر پیش بینی شده می شوند. بنابراین سطح استانداردی برای مقایسه نخواهیم داشت.

گام ۳: تاریخی که می خواهید وضهیت پروژه را بررسی کنید در قسمت Status Date از آپشن Project Information وارد کنید.

گام ۴: می توانید در محیط Gant Chart به وسیله آپشن Progress Line با خط قرمز نشان دهید، تا مطمئن شوید اشتباهی رخ نداده است.

گام ۵: با انتخاب هر فعالیت، اطلاعات واقعی آنرا که شامل زمان واقعی (Actual Duration) ، زمان باقیمانده (Remaining Duration) ، زمان شروع واقعی (Actual Start) است وارد کنید.

گام ۶: با ظاهر ساختن فیلدهای لازم (Insert Column) ، مقادیر Baseline در گام ۲، Save شده است نظیر زمان پیش بینی (Baseline Duration)، شروع پیش بینی (Baseline Start)، هزینه پیش بینی (Baseline Cost) و ... را با مقادیر Actual مقایسه کنید. می توانید از نمای Tracking Gant Chart استفاده کنید.

درصد پیشرفت پروژه و تکنیک ارزش حاصله (EV)

تکنیک ارزش حاصله (Earned Value) تکنیکی است که به کمک آن می توان به سه سوال اساسی زیر که در مورد کنترل برنامه و هزینه پروژه است پاسخ داد:
چگونه می توان درصد واقعی پیشرفت پروژه را نسبت به برنامه اندازه گیری کرد.
چگونه می توان درصد واقعی مصرف هزینه را نسبت به مقادیر برآورد شده اندازه گیری کرد.
چه شاخص‌هایی می تاند در اندازه گیری و کنترل برنامه و هزینه مورد استفاده قرار گیرد.
پیدایش تکنیک ارزش حاصله EV(Earmed nalye) از اوخر دهه ۱۹۸۰ در آمریکا شکل گرفت. در دسامبر ۱۹۹۶ این تکنیک به وسیله وزارت دفاع آمریکا (DOD) توسعه و بهبود اساسی داده شد و در قالب یک استاندارد با نام سیستم+ مدیریت ارزش حاصله یا کسب شده EVMS (Earmed nalye Management system) با ۳۲ معیار به تصویب رسید. در سال ۱۹۹۸ مالکیت EVMS به بخش خصوصی انتقال یافت و در جولای ۱۹۹۸, در انستیتوی استاندارد ملی آمریکا به عنوان استاندارد ANSI/EIA#748 به ثبت رسید {۳۶}.
EVMS استانداردی است که سبب یکچارچه سازی گزارشات کنترل و نظارت بر برنامه زمانی و هزینه پروژه ها می گردد. متاسفانه اکثر سیستمهای مدیریتی مورد استفاده در پروژ های بزرگ هماهنگ با یکدیگر نبوده و چون به منظور رفع نیازهای خاص پدید آمده اند مستقل از هم کار می کنند. برای مثال وظایف واحد حسابداری در قبال هزینه ها، مستقل از برنامه زمانبندی پروژه و واحد مربوط به آن صورت می گیرد. چون مبنای اندازه گیری (یا به اصطلاح خط کش) متفاوت، به طبع باید انتظار داشت که گزارشات تهیه شده به وسیله واحدها، نیز همخوانی نداشته و متناقض باشد.

نکته ۱۲-۱: مهمترین رسالت EVMSریال یکپارچه سازی گزارشات کنترلی برنامه و هزینه و همچنین شاخصهای مربوط به آنهاست.
پروژه های تعملی معمولا شامل صدها فعالیت هستند. از اینرو تنظیم گزارش تفصیلی در مورد فعالیتهای به هنگام شده نسبت به برنامه زمانی باعث سر درگمی مدیران رده بالای سازمان خواهد شد.

هر چند این اطلاعات برای مدیر پروژه اهمیت زیادی برخوردار است، اما مدیران رده بالای سازمان اطلاعات کلی و خلاصه شده را می پسندند، برای مثال آنها در حین اجرای پروژه اغلب می خواهند بدانند اجرای کل پروژه نسبت به برنامه زمانبندی در چه وضعیتی است یا چه درصدی از پروژه تا به امروز انجام شده است. واضع است که دانستن درصد واقعی اجریا برخی فعالیتها، توضیحی در مورد درصد پیشرفت کال پروژه نمی دهد. بزرگترین مشکل برای تنظیم چنین گزارشاتی در این است که هر چند زمان پروژه را زمان مسیر بحرانی تشکیل می دهد، اما از آنجایی که در یک پروژه کلیه فعالیتها اعم از بحرانی و غیر بحرانی باید انجام شوند، صرف داشتن اطلاعات مربوط به فعالیتهای بحرانی نمی توان درمورد درصد اجرای کل پروژه و جلو افتادگی یا عقب افتادگی آن قضاوت کرد. زیرا ممکن است بسیاری از فعالیتهای غیر بحرانی در زمان پی بینی شده اجرا نشده باشند، به عبارت بهتر مسیر بحرانی در مورد حجم فعالیتهای انجام شده اطلاعاتی نمی دهد.

۱۲–۱– روش های سنتی محاسبه درصد پیشرفت پروژه

یک روش برای تنظیم گزارش در مورد کل پروژه این است که به هر یک از فعالیتهای پروژه یک ارزش وزنی **W (Weight)** اختصاص دهیم. به طوریکه با اجرای تعدادی از فعالیتها، ارزش وزنی آنها را جمع نموده و نسبت به جمع کل ارزشهای وزینی تمام فعالیتها، در مورد درصد پیشرفت پروژه تا یک زمان خاص (**status date**) قضاوت کنیم. به زبان ریاضی درصد پیشرفت از فرمول زیر محاسبه می شود.

$$\text{درصد پیشرفت پروژه} = \frac{\sum [\text{ارزش وزنی فعالیت} \times \text{درصد تکمیل هر فعالیت}]}{\sum \text{مجموع ارزش وزنی تمامی فعالیتها در شبکه}} \times ۱۰۰$$

$$\%C_P = \frac{\sum_i [\%C_i \times \omega_i]}{\sum_i W_i} \times 100$$

(رابطه ۱۲-۱)

که در آن C٪ مخفف درصد تکمیل (٪compgete) و ω(امگا) مخفف ارزش وزنی (Weight) است. درصد تکمیل فعالیتها با توجه به روشی که در بخش ۱۱-۴-۳ توضیح داده شد، در تاریخی که برای بررسی پروژه (status date) انتخاب می کنیم، با مشاهده مستقیم وضعیت فعالیتها و ثبت زمانهای شروع واهفی، زمان انجام واقعی و باقیمانده و یا در صد تکمیل فعالیت تعیین خواهد شد.

نکته ۱۲-۲ : برای یک فعلایت در زمان status date یا completed% را وارد کنید، یا هر دو مقدار زمان واقعی (actual Duration) و زمان باقیمانده (Remaining).

اما اینکه چگونه می توان ارزشهای وزنی را بر اساس معیارهای علمی تعیین نمود جای سوال است. در عمل معمولا مدیران پروژه این وزنها را با معیارهای سر انگشتی و تجربی مسخص می کنند و به دنبال آن به محاسبه برخی شاخصها در مورد پروژه می پردازند.اما برای توضیح کار خود ممکن است دلایل علمی قانع کننده ای نداشته باشند، لذا درصد پیشرفت کل پروژه در اینگونه موارد ممکن است بر اساس نظرات شخصی شکل گیرد. در پاره ای از موارد نیز امکان دارد معیارهایی از قبیل زمان فعالیت، حجم کار (Work) انجام شده توسط منابع روی فعالیت، هزینه فعالیت، و یا ترکیبی از این سه معیار برای وزن دهی به کار گرفته شود، که در ادامه توضیح داده خواهد شد، اما تکنیک امروزی برای اینکار، تکنیک ارزش حاصله EV است.

۱۲–۱–۱– زمان فعالیت به عنوان معیار ارزش وزنی

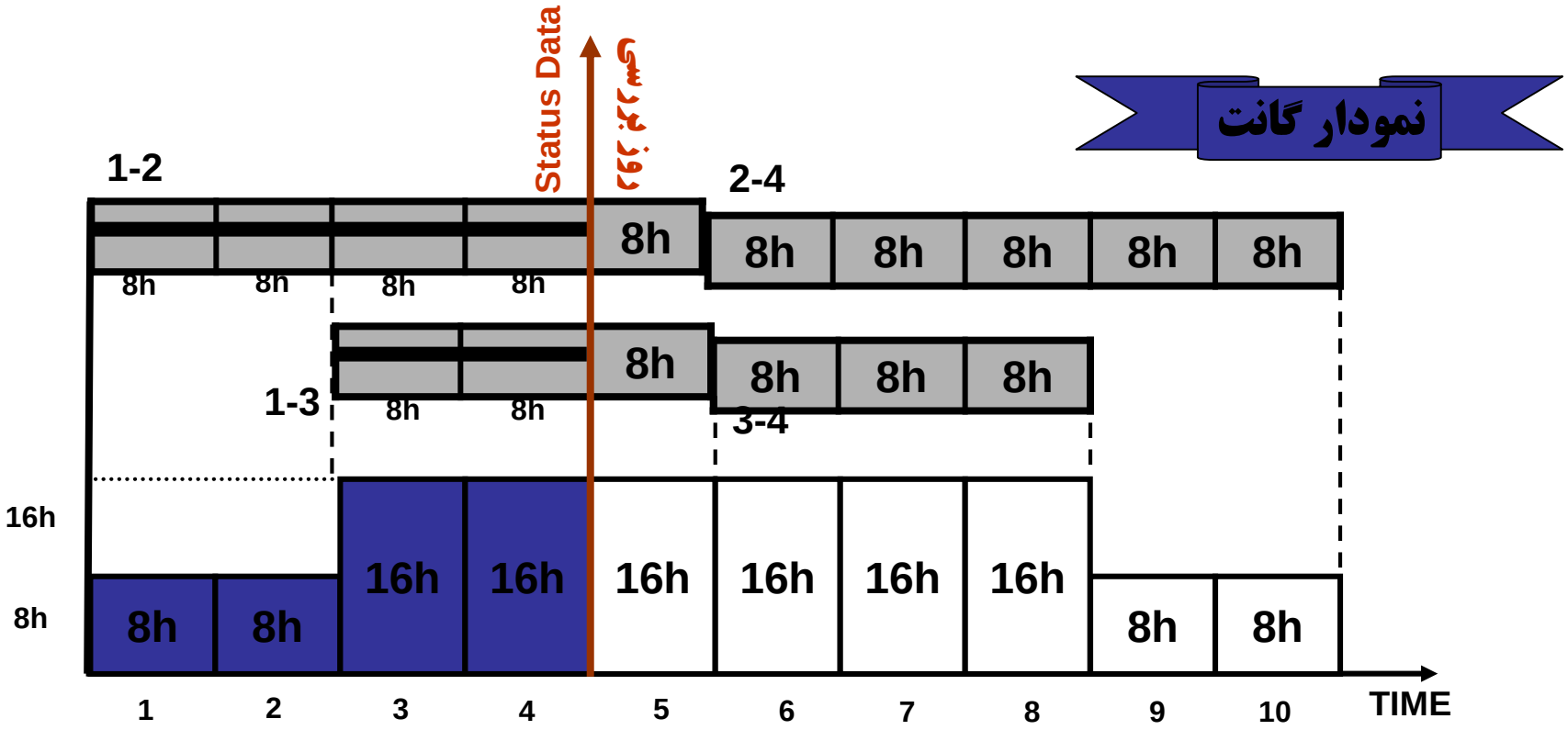
در این حالت زمان (Doration) فعالیت به عنوان ارزش وزنی هر فعالیت در نظر گرفته می شود. یعنی :

$$\omega_i = D_i$$

(رابطه ۱۲-۲)

واضح است که مخرج کسر رابطه ۱۲-۱ فقط زمان فعالیتهای بحرانی یا پروژه نبود بلکه مجموع زمان تمامی فعالیتها را تشکیل می دهد، زیرا در اینجا برای زمانها ماهیت زمانی قائل نشده، بلکه به عنوان ارزش وزنی در نظر گرفته می شوند. برای روشن شدن موضوع به مثال زیر توجه کنید.

مثال ۱۲-۱ شبکه شکل ۷-۱، همراه با نمودار گانت آن در شکل ۷-۲ (فصل ۷) را در نظر بگیرید. فرض کنید در پایان روز چهارم (صبح روز پنجم) از اجرای پروژه وضعیت آنرا مورد بررسی قرار دهیم و گزارشات زیر دریافت شود. فعالیت ۲-۱ طبق برنامه شروع ولی از زمان آن یک روز دیگر باقیمانده، فعالیت ۳-۱ با دو روز تاخیر در صبح روز سوم شروع شده و پیش بینی می شود یک روز دیگر از زمان آن باقیمانده باشد، سایر فعالیتها هنوز شروع نشده اند.



شکل ۱۲-۱- نمودار گانت و حجم زماني کار انجام شده بر حسب ساعت (hour)

از شکل ۱۲-۱ مشاهده می گردد که فعالیت ۳-۱ با دو روز تاخیر شروع شده و زمان آن به جای ۲ روز، ۳ روز طول کشیده است. زمان ۲-۱ نیز یک روز افزایش یافته که باعث تاخیر یک روزه پروژه شده است.

نکته ۱۲-۳ : در حین اجرا، علاوه بر مقادیر واقعی می توان برآوردهای دقیقتر را قرار داد.
بخشی از فعالیت که در عمل به صورت واقعی (Actual) بکمیل شده است با میله افقی تو پر در داخل میله افقی تو خالی نمایش داده شده است. با فرض هر روز کاری ۸h ساعت (hour)، مجموع زمانهای هر روز به صورت گراف در پایین شکل ۱۲-۱ نشان داده شده است. گرفتهای خاکستری بیانگر مجموع ارزش وزنی (دراینجا زمانی) کار انجام شده (صورت کسر رابطه ۱۲-۱) هستند. اگر سطح گرفهای خاکستری را بر سطح کل گرافها تقسیم کنیم، درصد پیشرفت زمانی پروژه به دست خواهد آمد.

$$\text{(درصد پیشرفت زمانی پروژه)} = \frac{8+8+16+16}{8+8+16++16+16+16+16+16+8+8} * 100 = \%37/5$$

اینکار متناظر با بکارگیری رابطه ۱۲-۱ به صورت زیر است:

$$\%C_p = \frac{[(0.80)(5)(8h)]+[(0.67)(3)(8h)]}{[(5)(8h)]+[(3)(8h)]+[5)(8h)]+[(3)\{8h)]} * 100 = \%37/5$$

۱۲–۱–۲– حجم کار فعالیت به عنوان معیار ارزش وزنی

در این حالت حجم کار (Work) فعالیت به عنوان ارزش وزنی هر فعالیت در نظر گرفته می شود. یعنی :

$$\omega_i = W_i$$

رابطه ۱۲-۳

که در آن، برای محاسبه حجم کار فعالیت، در حالتی که یک نوع منبع داشته باشیم، از رابطه (۱-۸) ولی در حالت چندین نوع منبع از رابه زیر به دست می آید.

رابطه ۱۲-۴ [تعداد ساعت در روز $\times D_i \times$ $[\alpha_k r_i^k$] $= \sum_k$ $W_{=I}$ بر حسب نفر –ساعت که

در آن α_k ضریب تعدیل منبع نوع K است.

نکته ۱۲–۴ : در نرم افزارها، معمولا (۱=)در نظر گرفته می شود، و حال آنکه حجم کاری که توسط یک ماشین در واحد زمان انجام می شود برابر با حجم کار یک کارگر نیست.

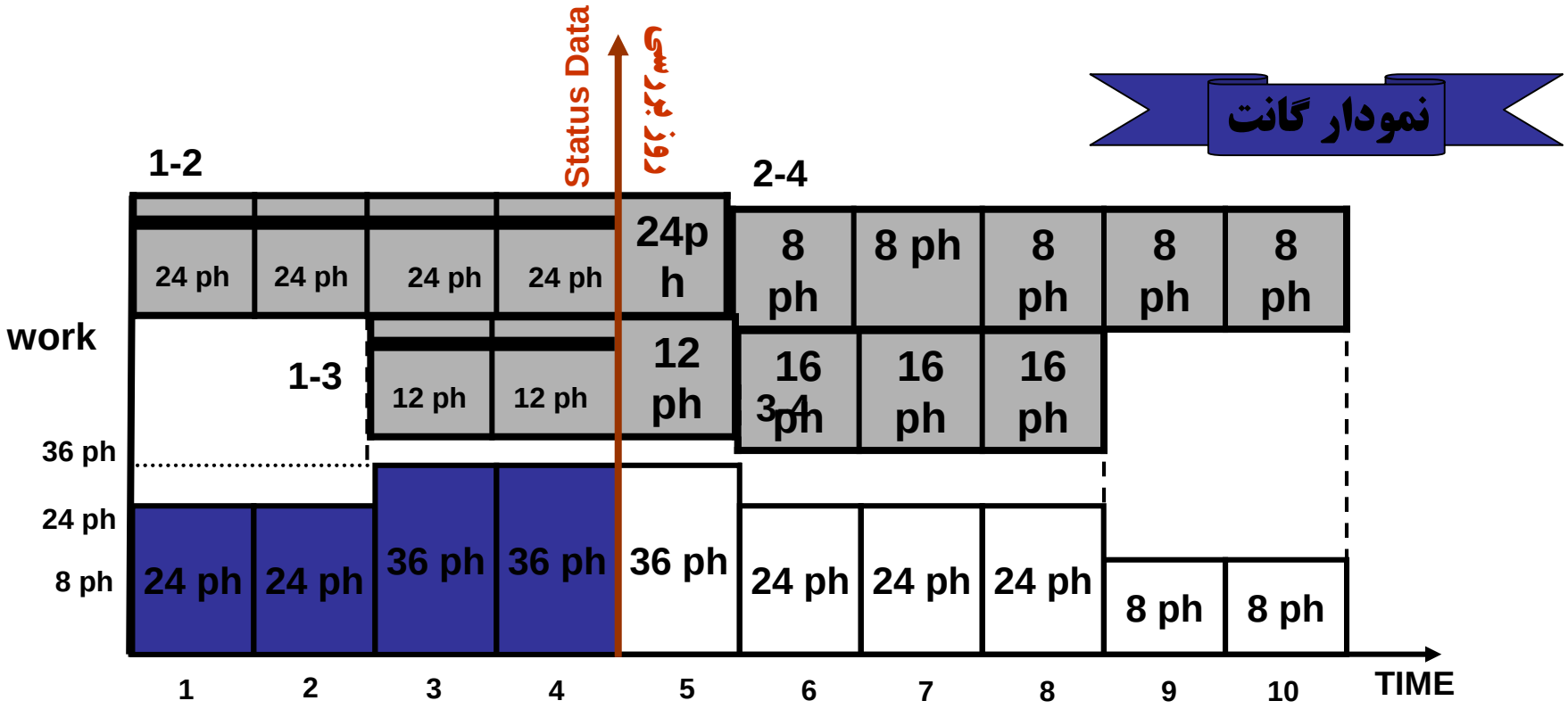
برای روشن شدن موضوع به مثال زیر توجه کنید.
مثال ۱۲-۱- را که مربوط به شکل ۷-۱ و ۷-۲ (فصل ۷) بود با اطلاعات داده شده در نظر بگیرید. فرض کنید تعداد کارگر لازم برای هر فعالیت ۱۰/۰ مقدار داده شده در شکل ۷-۲ است.
یعنی:

فعالیت	1-2	1-3	2-4	3-4
کارگر لازم r_{ij}	3	1.5	1	2

منظور از ۵/۱ کاگر، یک کارگر تمام وقت به علاوه یک کارگر نیمه وقت (۴ساعت در روز) است.
نکته ۱۲-۵ : در نرم افزار MSP می توان مقادیر منبع مورد نیاز فعالیت را بر حسب درصد وارد کرد، در این صورت مقدار ۵/۱ درصد باید به صورت ۱۵۰ درصد وارد شود.

با فرض هر روز کاری ۸h ساعت (hour) مجموع حجم کاری بر حسب نفر ساعت (Person per hour)

به تفکیک هر روز روی گانت چارت و گراف شکل ۱۲-۲ نشان داده شده است.



شکل۱۲-۲-نمودار گانت و حجم کار انجام شده بر حسب نفر – ساعت ph (Person per hour)

گرافهای خاکستری بیانگر مجموع ارزش وزنی (در اینجا حجم) کار انجام شده (صورت کسر رابطه ۱۲-۱) هستند. باز هم اگر سطح گرافهای خاکستری را بر سطح کل گرافها تقسیم کنیم، درصد پیشرفت کاری پروژه به دست خواهد آمد.

$$\text{(درصد پیشرفت کاری پروژه)} = \frac{24+24+36+36}{24+24+36+36+36+24+24+24+8+8} * 100 = \%49$$

اینکار متناظر با به کار گیری رابطه ۱۲-۱ به صورت زیر است:

$$\%C_p = \frac{[(0.80)(3)(8h)]+[(0.67)(1/5)(3)(8h)]}{[(3)(5)(8h)]+[(1/5)(3)(8h)]+[(1)(5)(8h)]+[(2)(3)\{8h)]} * 100 = \%49$$

درصد به دست آمده را درصد تکمیل کاری (Work %Complete) گویند. طبیعی است که درصد حاصله باید با درصد قبلی فرق داشته باشد، زیرا وزن فعالیتها در این حالت تغییر کرده است.

۱۲-۱-۳- هزینه فعالیت به عنوان معیار ارزش وزنی

در این حالت هزینه (Cost) فعالیت به عنوان ارزش وزنی هر فعالیت در نظر گرفته می شود.
یعنی :

$$\omega_i = C_i$$

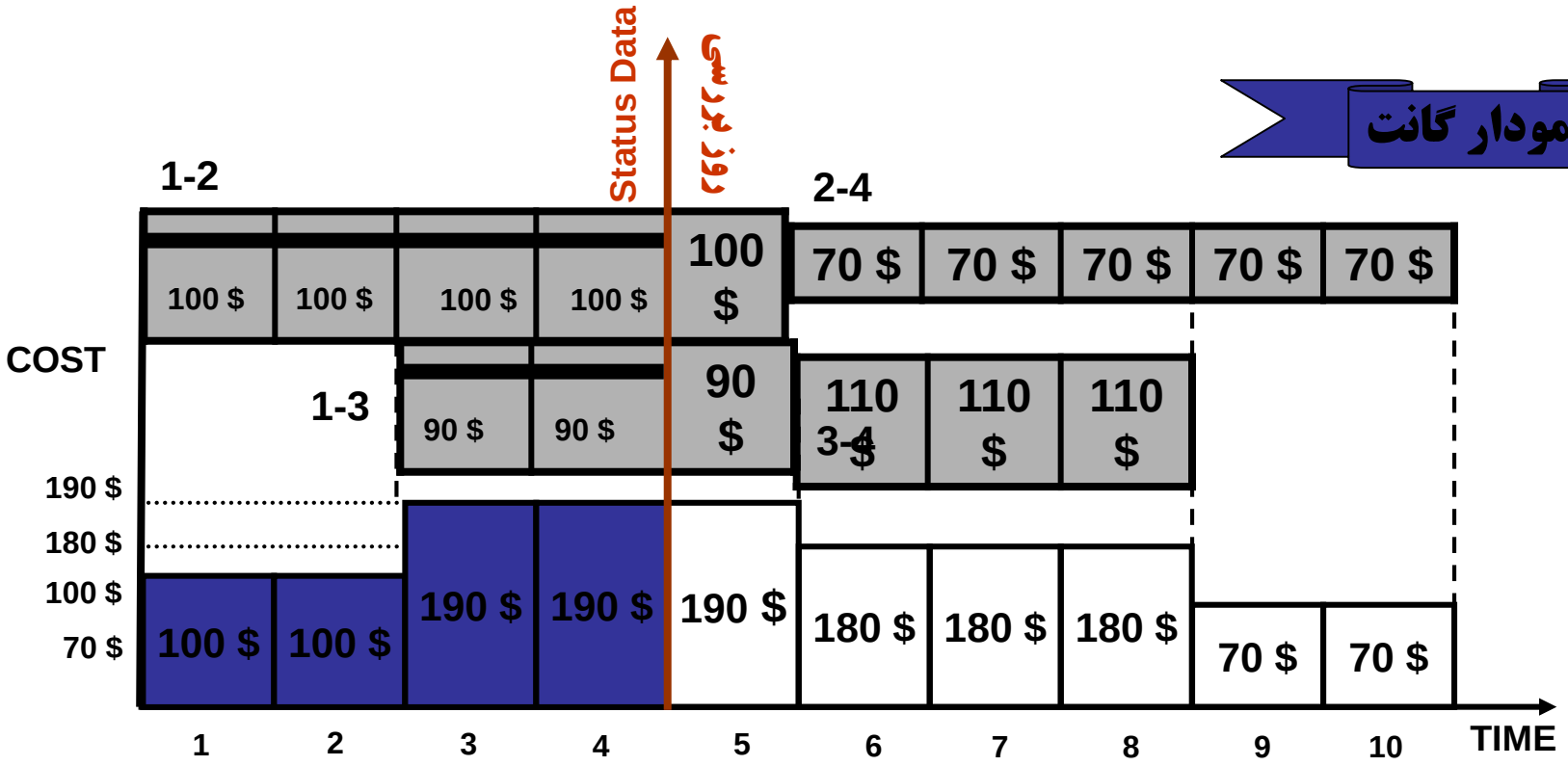
رابطه ۱۲-۵

که در آن، برای محاسبه هزینه فعالیت، از روشهای ارائه شده در فصل ۸ کمک می گیریم.
برای روشن شدن موضوع به مثال زیر توجه کنید.
مثال ۱۲-۳- مثال ۱۲-۱ را که مربوط به شکل ۷-۱ و ۷-۲ (فصل ۷) بود مجددا در نظر بگیرید.
فرض کنید هزینه روزانه لازم برای هر فعالیت با توجه به ملاحظات فصل ۸ از مجموع هزینه منابع کاری و مصرفی به قرار زیر برآورد شده باشد.

جدول ۱۲-۱- اطلاعات هزینه‌ای مثال ۱۲-۳

فعالیت	1-2	1-3	2-4	3-4
هزینه روزانه لازم	10$ 0	90$	70 $	110$

هزینه به تفکیک هر روز روی گانت چارت و گراف شکل ۱۲-۲ نشان داده شده است.



شکل ۱۲-۳- نمودار گانت وحجم ریالی کار انجام شده بر حسب دلار $

گرافهای خاکستری بیانگر مجموع ارزش وزنی (دراینجا ریال یا دلار) کار انجام شده (صورت کسر رابطه ۱۲-۱) هستند. باز هم اگر سطح گرافهای خاکستری را بر سطح کل گرف ها تقسیم کنیم ، درصد پیشرفت ریالی پروژه به دست خواهد آمد

$$\text{(درصد پیشرفت‌ریالی پروژه)} = \frac{100+100+190+190}{100+100+190+190+190+180+180+180+70+70} * 100 = \%40$$

اینکار متناظر با به کار گیری رابطه ۱۲-۱ به صورت زیر است:

$$\%C_p = \frac{[(0.80)(500\$)]+[(0.67)(270\$)]}{500\$+270\$+350\$+330\$} * 100 = \%40$$

در صد به دست آمده را درصد تکمیل ریالی (**Cost %Complete**) گویند. همانطور که انتظار می رفت درصد حاصله با مقادیر درصد قبلی فرق دارد، زیرا معیار وزنی فعالیتها تغییر کرده است.

نکته ۱۲-۶: درصد پیشرفت ریالی، مورد علاقه مدیران و حامیان مالی پروژه (**sponser**)، بانکها و موسساتی که وام یا اعتبار مالی پروژه را تامین نموده اند می باشد.
دو مشکل اساسی در استفاده از روشهای فوق وجود دارد که در ادامه به آنها خواهیم پرداخت.

۱۲-۲- حل مشکل اختلاف روشهای وزن دهی

همانگونه که ملاحظه شد، درصد تکمیلی که از سه روش فوق محاسبه شد، با هم اختلاف داشتند. این اختلاف به خاطر اشتباه در نظر کارشناسان یا محاسبات انجام شده نبوده، بلکه چون از معیارهای متفاوتی برای وزن دهی به فعالیتها استفاده شد، باید انتظار چنین اختلافی را از پیش می داشتیم.
اینک با توجه به اختلاف در درصدهای تکمیل حاصله، سوال این است که کدامیک از معیارهای فوق به عنوان ارزش وزنی فعالیتها استفاده شود؟. در پاسخ به این سوال باید گفت، انتخاب یک معیار با توجه به ماهیت پروژه باید صورت گیرد. یعنی کسی نمی تواند ادعا کند که یک معیار در تمامی پروژه ها کمارآیی خوبی دارد. برای مثال اگر در پروژه ای بین هزینه فعالیتها با حجم کاری آنها تناسب وجود نداشته باشد به طوریکه غالب فعالیتهای کوچک دارای هزینه زیاد (مثل فعالیت خرید) باشند، بهتر است از ورش هزینه استفاده نشود و وزن دهی بر اساس حجم کار انجام شده صورت گیرد. همچنین اگر غالب فعالیتها دارای ماهیتی باشند که حجم کاری آنها کم ولی زمان آنها زیاد باشد، استفاده از معیار زمانی به جای حجم فعالیت پیشنهاد می گردد.
علاوه بر نکات فوق، انتخاب نوع معیار به این هم بستگی دارد که گزارشات مربوطه برای کدامیک از ذینفعان قرار است تهیه شود. همانگونه که در نکته ۱۲-۶ اشاده شد، مدیران مالی و موسسات اعتباری به درصد تکمیل ریالی علاقه دارند، پیمانکارن ترجیح می دهند حجم کار انجام شده را مانیتور کنند. برای کار فرمایان و مشتریان گزارشات پیشرفت زمانی جذابیت بیشتری دارد. بنابر این با توجه به اینکه لازم است نظرات ذینفعان پروژه تامین گردد، برخی اوقات لازم است هر سه نوع درصد تکمیل پروژه جداگانه محاسبه گردد.

۱۲-۲-۱- انتخاب یک معیار واحد وزنی در منشور پروژه

از طرفی لازم است تمامی ذینفعان پروژه، به عنوان یک استاندارد مبنا، روی استفاده از یک معیار واجد اتفاق نظر داشته باشند تا زیان مشترکی برای تهیه گزارشات پیشرفت اینجاد می گردد. بهترین کار برای انتخاب یک معیار واحد این است که در مرحله فرآیندهای آغازین پروژه، با مذاکره، معیاری که تمایم ذینفعان روی آن اتفاق نظر دارند مشخص شده و حتما در اسناد منشور پروژه و **project Charter**، به طور کتبی قید و به امضاء طرفین برسد.

نکته ۱۲-۷: بهترین کار برای انتخاب یک معیار واحد، مذاکره با ذینفهان در مرحله آغازین پروژه، و قید معیار انتخاب شده در اسناد منشور پروژه به طور کتبی همراه با امضاء طرفین است.

۱۲-۲-۲- ترکیب سه معیار به عنوان معیار ارزش وزنی فیزیکی

علاوه بر سه معیار فوق، در برخی پروژه ها، از معیار های سر انگشتی و تجربی نیز استفاده می شود. درصد تکمیل حاصله از این معیار را درصد تکمیل فیزیکی پروژه گویند. هر چند که ممکن است ماهیت معیارهای تقریبی، از نظر علمی قانع کننده ای نباشد، ولی معمولا بر اساس ترکیبی از همان سه معیار فوق تخمین زده می شود. در کتابهای تصمیم گیری با معیارهای چند گانه **MADM** (**Multiple Attrobute Decosion Making**) از جمله مرجع [۶۰] به طور کلی اصول روشهای وزن دهی و مقیاسهای آن مورد توجه واقع شده است. یک روش نسبتا ساده استفاده از ترکیب خطی از سه معیار فوق طبق رابطه زیر است:

$$\omega_i = \lambda_i C_i + \lambda_2 \beta W_i + \lambda_3 \gamma D_i$$

رابطه ۱۲-۶

که در آن $0 \le \lambda_i \le 1$ **و** $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1$ **ضرایب ترکیب خطی بوده و** β **بیانگر ضریب تناسب یا بی مقیاس کردن حجم کاری نسبت به هزینه و** γ **ضریب بی مقیاسی زمان نسبت به هزینه در یک پروژه خاص می باشند. یعنی مقیاس هزینه را ثابت فرض نموده و دو معیار دیگر را متناسب با مقادیر هزینه تعدیل نموده ایم. برای مثال فوق چون مجموع هزینه ها ۱۴۵۰ دلار، و مجموع حجم کاری ۲۴۴ نفر – ساعت شده است و این دو از مقیاسهای مختلف هستند،**

$\beta = \frac{1450}{244} = 5/94$ **و در مورد زمان، چون مجموع ارزشهای وزنی زمان ۱۲۸ است، پس:**

$\gamma = \frac{1450}{128} = 11/33$ **می‌باشد.**

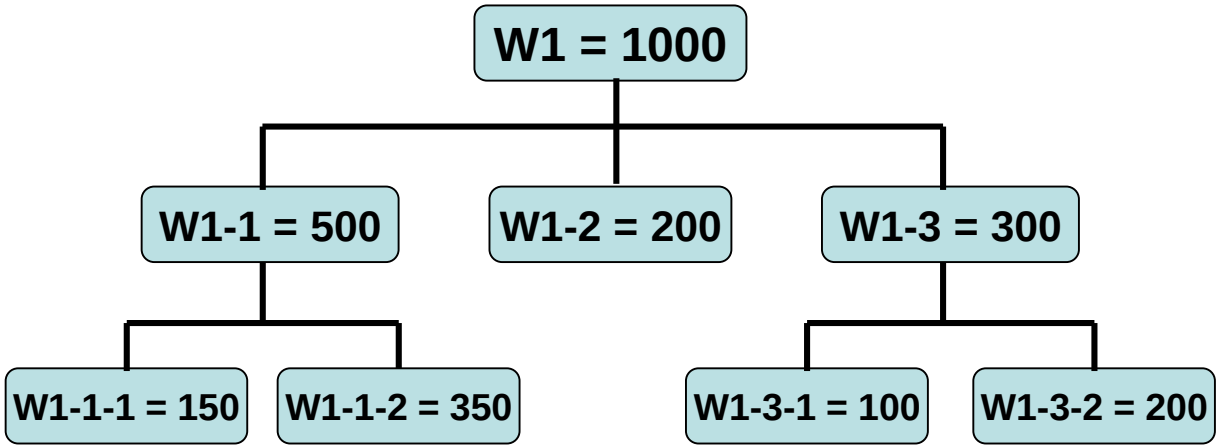
حال اگر $\lambda_1 = 1$ **باشد. فقط از معیار هزینه استفاده کرده‌ایم. و اگر** $\lambda_1 = 0/3$ $\lambda_2 = 0/7$

انتخاب شود، ارزش بیشتری برای حجم کاری نسبت به هزینه قایل شده واثرمعیار زمان را در نظر نگرفته ایم. بنابراین با انتخاب مقادیر مناسب λ_1 **بین صفر ویک میتوان ترکیبی از معیار رابه عنوان ارزش وزنی برگزید. علاوه برمرجع [۶۰]حالت ساده‌تر رابطه ۱۲-۶ بدون ضرایب تناسب درمرجع[۴۶] نیز پیشنهاد شده است.**

۱۲-۲-۳- روش سلسله مراتبی برای تعیین ارزش وزنی

روش سلسله مراتبی وزنها WBS (Wweight Breakdown Sturucture) باتوجه به نمودار صورت میگیرد اما بهتر است برمبنای نمودار WBS که بر اساس سطح ۱ که همان نام پروژه است، کل وزن پروژه در قالب یک عدد (مثلا ۱۰۰۰) داده میشود. سپس وزن عددی مربوطه مابین باکسهای سطح بعدی (سطح ۲) بر حسب اهمیت آنها تقسیم میشود. درسطوح بعدی نیز ادامه یافته تا آنکه وزن فعالیتها، یا وزن آخرین سطح باکسهای FBSیا WBS یامشخص شود.

مثال ۱۲-۴- فرض کنید کل وزنی که می‌خواهیم به پروژه اختصاص دهیم ۱۰۰۰ باشد. (لازم نیست این عدد روند باشد). در این صورت تقسیم وزنها به تشخیص کارشناسان به قرار شکل ۱۲-۴ است:



شکل ۱۲-۴- تعیین WBS بر اساس نمودار WBS یا FBS مثال ۱۲-۴

علاوه بر روش ساده فوق میتوان از روشهای پیشرفته‌تری نظیرAHP برای تعیین وزنها استفاده نمود.

این روشهای رامیتوان از کتابهای MADM الهام گرفته و برای مسائل برنامه ریزی پروژه بصورت خاص (customized) درآورد. نمونه این کار درمقاله دکتر باقر پور(دومین کنفرانس مدیریت پروژه) انجام شده است.

۱۲-۳- مشکل مقایسه درصد تکمیل واقعی با برنامه

مشکل قبلی خاص روشهای سنتی نبوده بلکه در تکنیک ارزش حاصله EVنیز اتفاق می‌افتد. امامشکلی که در این قسمت توضیح داده میشود. خاص روشهای سنتی بوده وبزرگترین ضعف آنها محسوب می‌شود. این مشکل بخاطر ضعفت روشهای سنتی در مقایسه درصد تکمیل واقعی با درصدر تکمیل برنامه ریزی شده اتفاق می‌افتد. برای نمایان ساختن این ضعف به مثال زیر توجه کنید.

مثال ۱۲-۵- اگر برای اجرای پروژه شکل ۷-۱- برنامه زودترین زمان شروع ESکه در شکل ۷-۲ آمده مدنظر باشد ومعیار مقایسه هزینه در نظر گرفته شود. میخواهیم بدانیم درصد تکمیل برنامه تا پایان روز چهارم چه باید می‌بود تا سطح (یاخط کش) استانداردی برای قیاس برنامه واقعی داشته باشیم؟

برای اینکار با توجه به اطلاعات جدول ۱۲-۱ مقادیر هزینه‌ها رادر نمودار گانت شکل ۱۲-۵ مشخص می‌کنیم. نمودار بالایی برنامه زودترین یا پیش بینی شده برای اجرا ونمودار پایینی وضعیت واقعی اتفاق افتاده است.

گرافیهای خاکستری بیانگر مجموع ارزش وزنی (در اینجا ریال یا دلار)کاری است که انتظار داریم تاپایان روز چهارم انجام شود. باتقسیم گرافهای خاکستری بر سطح کل گرافها درصد پیشرفت ریالی پروژه که انتظار داریم تا پایان روز چهارم تحقق یابد برابر ۶۳٪ بدست می‌آید.

$$\text{(درصد پیشرفت برنامه)} = \frac{190+190+210+210}{190+190+210+180+70+70+70+70} * 100 = \%63$$

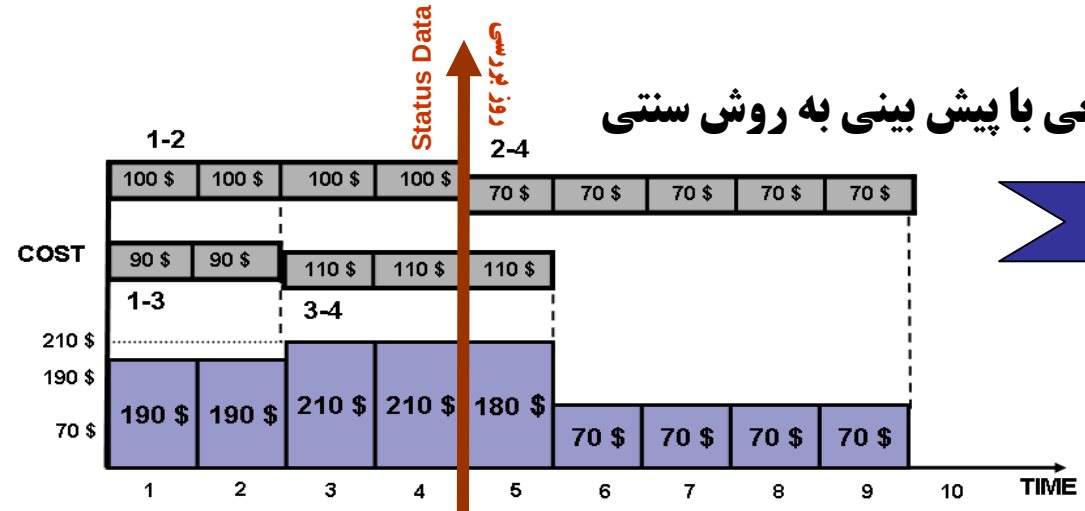
اما طبق آنچه که قبلا دربخش ۱۲-۱-۳ محاسبه شد.درصد تکمیل واقعی پروژه ۴۰٪ است. یعنی ظاهرا ۲۳٪ از برنامه عقب هستیم. دراینکه مااز برنامه عقب هستیم شکی نیست. زیراخط کش مقایسه‌ای ما برای قیاس دو برنامه یکسان نیست. برای روشن شدن این تغییر مجموع ارزشهای وزنی (هزینه) فعلایت ۲-۱ را در نظر بگیرید. در برنامه پیش بینی (شکل الف) این مقدار $W_{1-2} = 400\$$ وحال آنکه در برنامه واقعی (شکل ب) بخاطر افزایش یکروزه زمان فعالیت ومقدار مربوطه $W_{1-2} = 500\$$شده است. این موضوع در نمورد فعالیت نیز اتفاق افتاده یعنی هزینه فعالیتها که در واقع ارزشهای وزنی آنهاست. تغییرکرده است. در نتیجه مخرج کسر رابطه ۱۲-۱ که باید برای قیاس هر دو برنامه یکسان باشد نیز تغییر نموده بطوریکه جمع ارزشهای وزنی ریالی در حالت پیش بینی ۱۲۶۰ وحال آنکه در حالت واقعی ۱۴۵۰ شده است.

نکته: ۱۲-۸: تنها در شرایطی که ارزشهایی وزنی یک فعالیت در حالات پیش بینی و واقعی یکسان باشند درصد عقب افتادگی محاسبه شده عدد درستی خواهد بود.

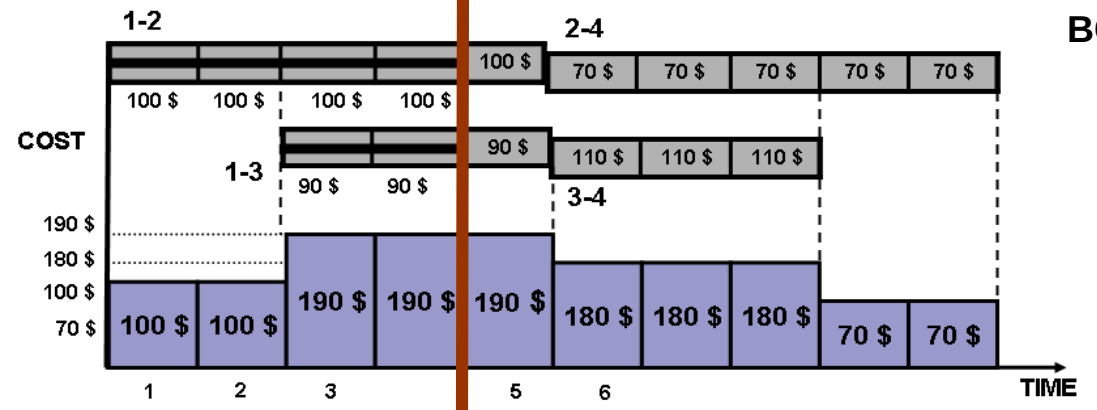
دومنحنی شکل ج ارزشهای وزنی (ریالی) تجمعی دو برنامه رانشان می‌دهد. اگر دو خط عمودی در سمت راست نمودار رسم نموده ومثل یک خط کش از ۰٪ تا ۱۰۰٪ مدرج کنیم. دو خط کش

شکل ۱۲–۵– منحنی S مقایسه غلط برنامه واقعی با پیش بینی به روش سنتی

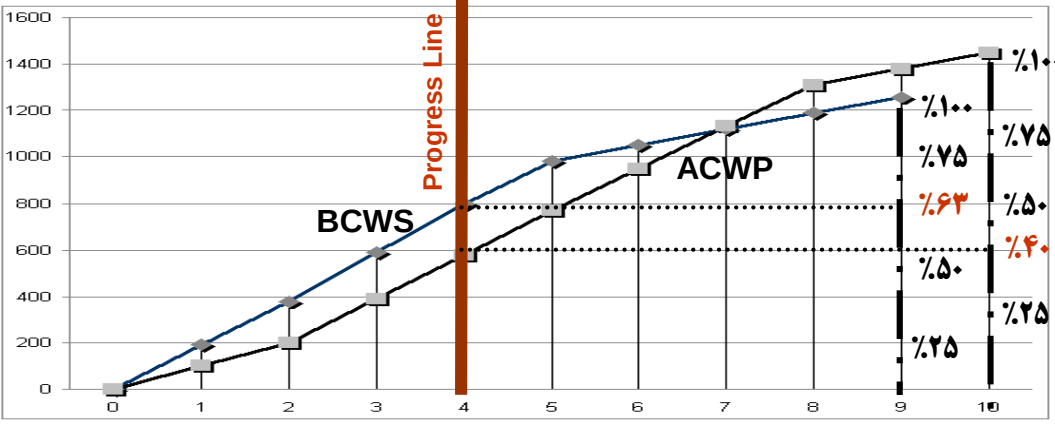
نمودار گانت



برنامه : پیش بینی _ هزینه : پیش بینی BCWS



برنامه : واقعی _ هزینه : واقعی ACWP



جداگانه بدست خواهد آمد. زیرا مقادیر تجمعی ارزش وزنی دوبرنامه در پایان روز دهم به مقدار یکسان نمی‌رسند. یعنی منحنی برنامه پیش بینی به مقدار ۱۲۶۰ ومنحنی برنامه واقعی به عدد ۱۴۵۰ میرسد. برای تصحیح این اشکال برنامه واقعی باید باخط کش برنامه پیش بینی اندازه‌گیری شود. مبنا قرار دادن خط کش برنامه پیش بینی به سادگی امکان پذیر نبوده وتوام با جزئیاتی است. اصول علمی این جزئیات دو واقع همان مکانیزم تکنیک ارزش حاصله Eaned Valueاست. که در ادامه به آن خواهیم پرداخت.

نکته: ۱۲-۹-اشکال فوق در شرایطی که معیار وزنی زمان یا حج کاری انتخاب شود نیز بروز خواهدکرد. زیرا سه عامل زمان حجم کاری و هزینه اغلب وابسسته به زمان هستند.

نکته: ۱۲-۱۰- مکانیزم تکنیک ارزش حاصله Earned Vaalue چیزی نیست جز مبنا قرار دادن خط کش برنامه پیش بینی و اندازه گیری پیشرفت هر دو برنامه بر مبنای آن.

۱۲-۴- مکانیزم تکنیک ارزش حاصله Eaned Value
۱۲-۴-۱- کنترل پیشرفت برنامه (Schedule %Complete)

ایده مبنا قرار دادن خط کش برنامه پیش بینی مبدا پیدایش تکنیک ارزش حاصله است. در این تکنیک بر اساس دومعیارBCWS و BCWP در زیر به شرح آنها خواهیم پرداخت میتوان مقایسه درست درصد پیشرفت واقعی پروژه رادر عمل نسبت به برنامه پیش بینی شده(زمانبندی شده) اندازه‌گیری نمود. BCWS (Budjeted Cost of Work scheduled)مقادیر تجمعی بودجه پیش بینی شده برنامه زمانی است اگر برنامه پروژه بر اساس ESفعالیتها باشد. منظور از BCWSهمان منحنی فوقانی شکل۱۲-۵-ج بوده که در شکل ۱۲-۶- ج نیز عینا تکرار شده است.

به عبارت دیگر اگرمعیار ارزش وزنی بر اساس هزینه باشد. در این صورت مقادیر تجمعی هزینه پیش بینی شده (Cumulative Baseline Cost) تا یک روز خاص BCWS نامیده میشود. اعداد نوشته شده درمیله افقی نمکودار شکل ۱۲-۵-الف مقادیر غیر تجمعی BCWSبرای فعالیتها هستند که جمع آنها BCWSپروژه بدست می‌آید.

BCWP (Budjeted Cost of Work Performed)بودجه پیش بینی شده کارهای خاتمه یافته یا مقادیر تجمعی بودجه پیش بینی شده برنامه واقعی یک زمان خاص است. بعبارت دیگر دراین حالت هرچند برنامه زمانی اجرای فعالیتها واقعی است. اماهزینه‌های نوشته شده روی میله‌های افقی شکل ۱۶-۶-ب هر فعالیت هنوز همان هزینه‌های پیش بینی شده اما باتوزیع متفاوت است وهزینه‌های واقعی مصرف شده نیست. مجموع این هزینه‌ها تا یکزمان خاص از اجرای پروژه که همان BCWP است. همانطور که در طول میله افقی فعالیتها در شکل ۱۲-۶-ب نشان داده شده است. اگر چه مقدار کل این هزینه درمورد فعالیتهایی که زمان آنها تغییر کرده است. ثابت وبرابر همان مقدار کل قبلی است. اما توزیع آن در طول زمان فعالیت کمی متفاوت شده است. برای مثال فعالیت۲-۱رادرنمودار گانت شکل ۱۲-۶-الف کل هزینه پیش بینی شده آن $۴۰۰ پیش بینی شده است. در شکل ۱۲-۶-ب برنامه واقعی است. اما چون هزینه‌ها درواقع ارزشهای وزنی بوده ولازم است کل ارزش وزنی یک فعالیت ثابت باقی بماند. بنابراین کل ارزش وزنی$۴۰۰ را ثابت فرض نمود ولی چون فعالیت۵ روز بطول انجامیده $\frac{400\$}{5d} = 80\$$ رابه ازاء هر روز در طول میله افقی آن مینویسیم. این موضوع در مورد فعالیت۳-۱ که هزینه کل پیش بینی آن$۱۸۰ شده نیز رعایت شده است. بطوریکه چون زمان آن به ۳ روز افزایش یافته پس توزیع هزینه آن $\frac{180\$}{3d} = 60\$$ تعیین شده است. مقادیر غیر تجمعی BCWPسایر فعالیتها بدون تغییر باقی مانده‌اند.

۱۲ منحنی S درتکنیک EV

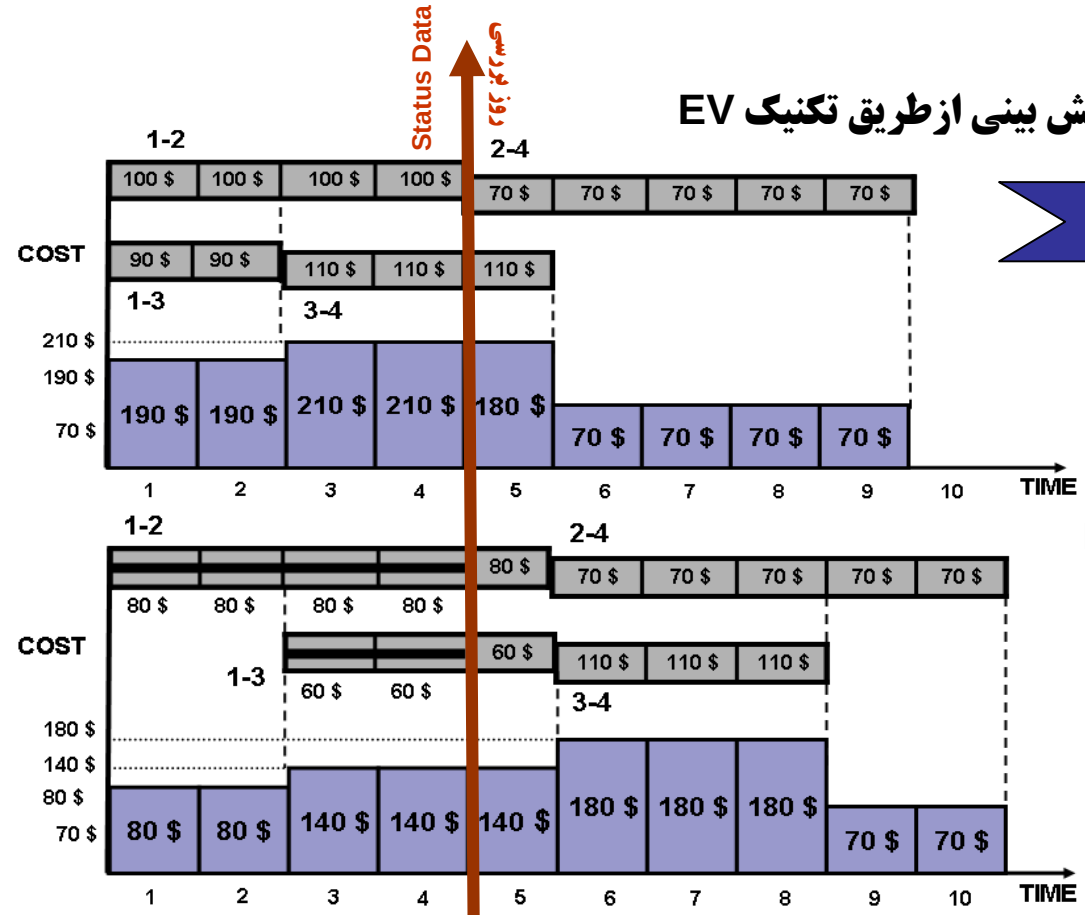
بوسیله نمودار S میتوان درصد پیشرفت واقعی پروژه رانسبت به برنامه زمانبندی شده اندازه‌گیری نمود. برای این مقایسه وجود حداقل دومنحنی BCWSو BCWPضروری است منحنی S دو برنامه پیش بنی و واقعی در شکل ۱۲-۶-ج نشان داده شده است. این منحنی رااز آن جهت منحنی S گویند که معمولاشکلی شبیه به یک حرف S لاتین به خود میگیرد. در نمودار شکل ۱۲-۶-ج آن منحنی که باخط نقطه رسم شده است. نشان دهنده BCWSمقادیر تجمعی بودجه پیش بینی شده برنامه‌ای است که در آن فعالیتها برحسب زودترین زمان شروع برنامه‌ریزی شده‌اند. این داده‌ها مقدیر تجمعی نوشته شده روی گراف شکل ۱۲-۶-الف هستند که درجداول ۱۲-۲ آمده است. منحنی که با خط توپر رسم شده نیز بیانگر BCWP است که مقادیر BCWP آن از اعداد نوشته شده روی گراف شکل ۱۲-۶-ب حاصل شده‌اند. وبرای راحتی در جدول ۱۲-۲ آمده‌اند.

زمان جاری پروژه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
BCWS خام	۱۹۰	۱۹۰	۲۱۰	۲۱۰	۱۸۰	۷۰	۷۰	۷۰	۷۰	۰
BCWS تجمعی	۱۹۰	۳۸۰	۵۹۰	۸۰۰	۹۸۰	۱۰۵۰	۱۱۲۰	۱۱۹۰	۱۲۶۰	۱۲۶۰
BCWP خام	۸۰	۸۰	۱۴۰	۱۴۰	۱۴۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۷۰	۷۰
BCWP تجمعی	۸۰	۱۶۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۸۰	۷۶۰	۹۴۰	۱۱۲۰	۱۱۹۰	۱۲۶۰

جدول ۱۲-۲-مقادیرتجمعی BCWS وBCWP واستخراج شده ازگرافهای الف وب شکل ۱۲-۶

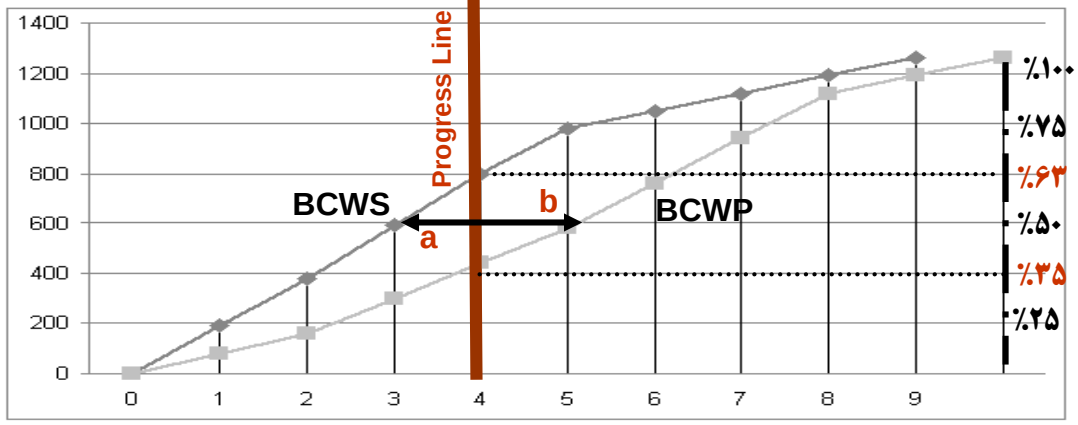
شکل ۱۲–۶– منحنی S مقایسه درست برنامه واقعی باپیش بینی ازطریق تکنیک EV

نمودار گانت



برنامه : پیش بینی ـ هزینه : پیش بینی BCWS

برنامه : واقعی ـ هزینه : پیش بینی BCWP



علت آنکه این منحنی بعد از خط پیشرفت (Progress Line) بصورت خط چین رسم شده این است که ما در پایان روز چهارم از اجرای پروژه هستیم. بنابراین روز پنجم به بعد هنوز سپری نشده است تاادامه برنامه واقعی انجام شود ولی ادامه آن بصورت نشان داده شده بامنحنی خط-چین قابل پیش بینی است.

نکته: ۱۲-۱۱: در نرم افزار MSP محیط Gaantt Chart محیط مناسبی برای نمایش مقادیر BCWS و BCWP نیست. زیراعلاقه مندیم آنها رابه ازای تاریخهای جاری پروژه مانند جدول ۱۲-۲ ببینیم برای اینکار ازنمای Taadk Usaage استفاده کنید.

محور عمودی سمت راست که خط کش درصد پیشرفت نامیده میشود لازم است با مقیاس اندازه‌گیری شود. بطوریکه عدد متناظر با ۱۲۶۰ (کل بودجه) بیانگر۱۰۰٪، عدد متناظر با نصف بودجه $\frac{1260}{2} = 630$ ۵۰٪ و به همین ترتیب تعیین و مدرج می‌گردد. با مقایسه دو شکل ۱۲-۵-ج با ۱۲-۶-ج ملاحظه می‌گردد که چون هزینه هردو برنامه مقادیر پیش بینی است برخلاف شکل قبلی خط کش درصد پیشرفت یکی شده و منحنی هر دوبرنامه درنقطه ۱۲۶۰ (یا ۱۰۰٪) خاتمه می‌یابند.
اینک بااستفاده از شکل ۱۲-۶-ج بطور صحیحح میتوان در پایان روز چهارم در هر روز دلخواه از اجرای پروژه نیز گزارشات جالبی دراختیار ماقرار میدهد.

حال برای مثال اگر بخواهیم بدانیم در پایان روز چهارم چه درصدی از فعالیت‌های پروژه انجام شده‌اند. خطی در اینروز به موازات محور عمودی رسم می‌کنیم. تادو منحنی را قطع کند. سپس از آن نقاط خطی به موازات محوز زمان رسم می‌کنیم تا منحنی درصد پیشرفت را قطع نماید. خط بالایی نشان میدهد که طبق برنامه زمانبندی شده تا پایان روز چهارم انتظار داریم ۶۳٪ کارها انجام میشد. اما ازخط پایین میتوان فهمید که درعمل فقط ۳۵٪ کارها تکمیل شده یعنی ۲۸٪=۳۵٪-۶۳٪ از برنامه عقب هستیم. اگر منحنی s با مقیاس رسم نشده باشد مقدار ۳۵٪ مانند قبلا ازتقسیم اعداد گرافهای خاکستری شکل ۱۲-۶-ب بر کل قابل حصول است.

نکته ۱۲-۱۲: ممکن است تصور شود زمانیکه منحنی توپBCWP بالاتر از منحی خط- نقطه BCWS قرار میگیرد. نشان دهنده پیش افتادگی ازبرنامه زمانبندی است. ولی معمولا اینطور نبوده ودر حقیقت بیانگر اشتباه در برآوردهاست.

علاوه بر درصد عقب افتادگی یاپیش افتادگی، ازنمودارs میتوان میزان عقب افتادگی زمان ویاپیش افتادگی زمانی برنامه واقعی رانسب به برنامه پیش بینی شده پروژه نیز بدست آورد. برای این کار در روز مورد نظر مثلا روز سوم خطی به موازات محور عمودی رسم می‌کنیم تامنحنی BCWS رادر نقطه a قطع کند سپس از آن نقطه خطی به موازات محور زمان رسم میکنیم تا منحنی BCWPیا بودجه برنامه واقعی رادرنقطه b قطع نماید. طول پاره‌خط ab نشان دهنده این است که در روز سوم کل پروژه تقریبا ۲ روز نسبت به برنامه پیش بینی شده (زودترین زمان) عقب افتادگی دارد.

نکته: ۱۲–۱۳: حالت ایده ال این است که منحنیهای BCWP و BCWS روی هم قرار گیرند.

ضمنا در حالیکه انتظار داشتیم زمان پروژه ۹ روز باشد اگر ادامه پروژه بدون اتفاق دیگری سپری شود. زمان آن ۱۰ روز بطول انجامید.
منحنی S (با یک خطکش) رامیتوان بر اساس معیارهای حجم کاری (Work) وزمانی (Draition) رسم نمود. در این شرایط BCWP و BCWP میتوانند بیانگر مقادیر تجمعی حجم کاری یازمانی پیش بینی شده دوبرنامه پیش بینی و واقعی باشند.و اما درتکنیک EV با توجه به نکته ۱۲-۱۴ اساسا هزینه (Cost) به عنوان معیار ارزش وزنی انتخاب میشود.

نکته ۱۲-۱۴: معیار ارزش زمانی در تکنیک EV به این دلیل هزینه انتخاب میشود که اطلاعاتی که برای مقایسه برنامه‌ها جمع آوری میشود. قابل استفاده برای کنترل هزینه نیز باشد.

۱۲-۴-۳- کنترل هزینه (Cost Comntrol)

فرض کنید هزینه‌های واقعی (Actual Cost) اجرای پروژه در روزهای مختلف بر اساس آنچه که درپایان روز چهارم مشاهده شده است بر اساس جدول ۱۲-۱ وشکل ۱۲-۵-ب به شرح جدول ۱۲-۳ باشد.

در شکل ۱۲-۵-ب هم برنامه واقعی است وهم هزینه. مقادیر تجمعی هزینه واقعی برنامه واقعی را ACWP(Actul cpost of work performed) گویند.

همانطور که مشاهده میشود. مجموع هزینه‌های شکل ۱۲-۵-ب یاجدول ۱۲-۳ چون مقادیر واقعی است برابر ۱۴۵۰ بوده ومساوی با مقدار پیش بینی شده ۱۲۶۰ نیست.

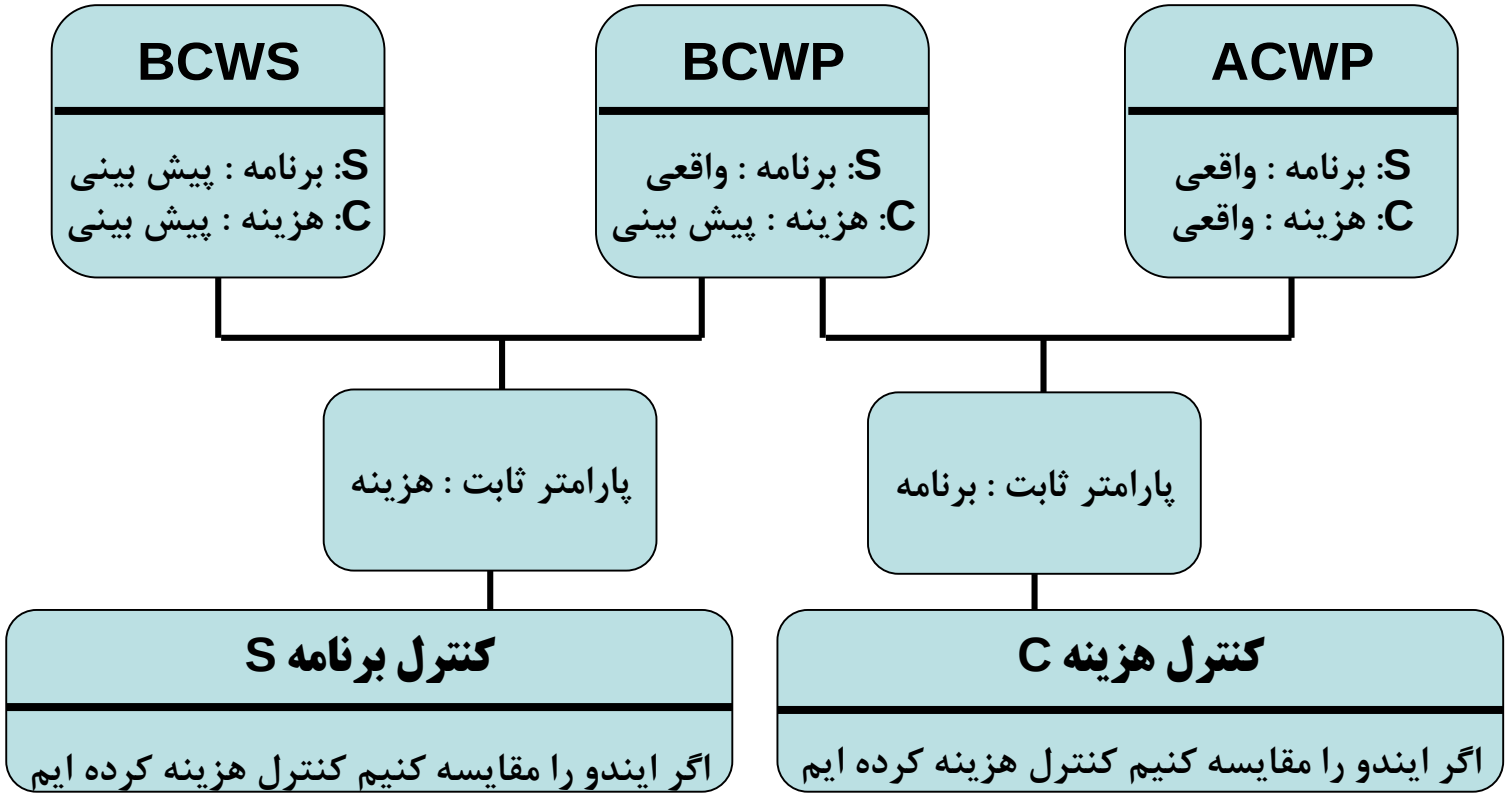
زمان جاری پروژه	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACWP خام	۱۰۰	۱۰۰	۱۹۰	۱۹۰	۱۹۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۷۰	۷۰
ACWP تجمعی	۱۰۰	۲۰۰	۳۹۰	۵۸۰	۷۷۰	۹۵۰	۱۱۳۰	۱۳۱۰	۱۳۸۰	۱۴۵۰

جدول ۱۲-۳-مقادیر تجمعی ACWP استخراج شده از گراف شکل ۱۲-۵-ب

حال این سوال مطرح است که هزینه‌های واقعی جدول ۱۲-۳ باکدام هزینه‌ها مقایسه شوند. اگر آنها باهزینه‌های پیش بینی شده برنامه پیش بینی BCWS مقایسه شوند. این مقایسه باتوجه به نکته ۱۲-۵ وشکل ۱۲-۷ منصفانه نخواهد بود زیرا تا یک مقطع زمانی، حجم کار انجام شده دربرنامه واقعی متفاوت از حجم کار مورد انتظار در برنامه پیش بینی شده است. بنابراین هزینه صرف شده تاآن تاریخ نیز که بستگی به حجم کار انجام شده دارد متفاوت خواهد شد. مقایسه درست این است که هزینه‌های پیش بینی شده برنامه واقعی BCWP با هزینه‌های واقعی برنامه واقعی ACWP مقایسه شوند. زیرا در این حالت حجم کار انجام شده درهردو برنامه ثابت ویکی است.

نکته ۱۲-۱۵: همانگونه که مقایسه وزن دو انسان با قدهای مختلف منصفانه نبوده ولازم است دو نفر با قد یکسان انتخاب شوند مقایسه BCWS ،BCWP وACWP باهم نیز درصورتی امکان پذیر است که یک پارامتر آنها (زمان یاهزینه) ثابت باشد.

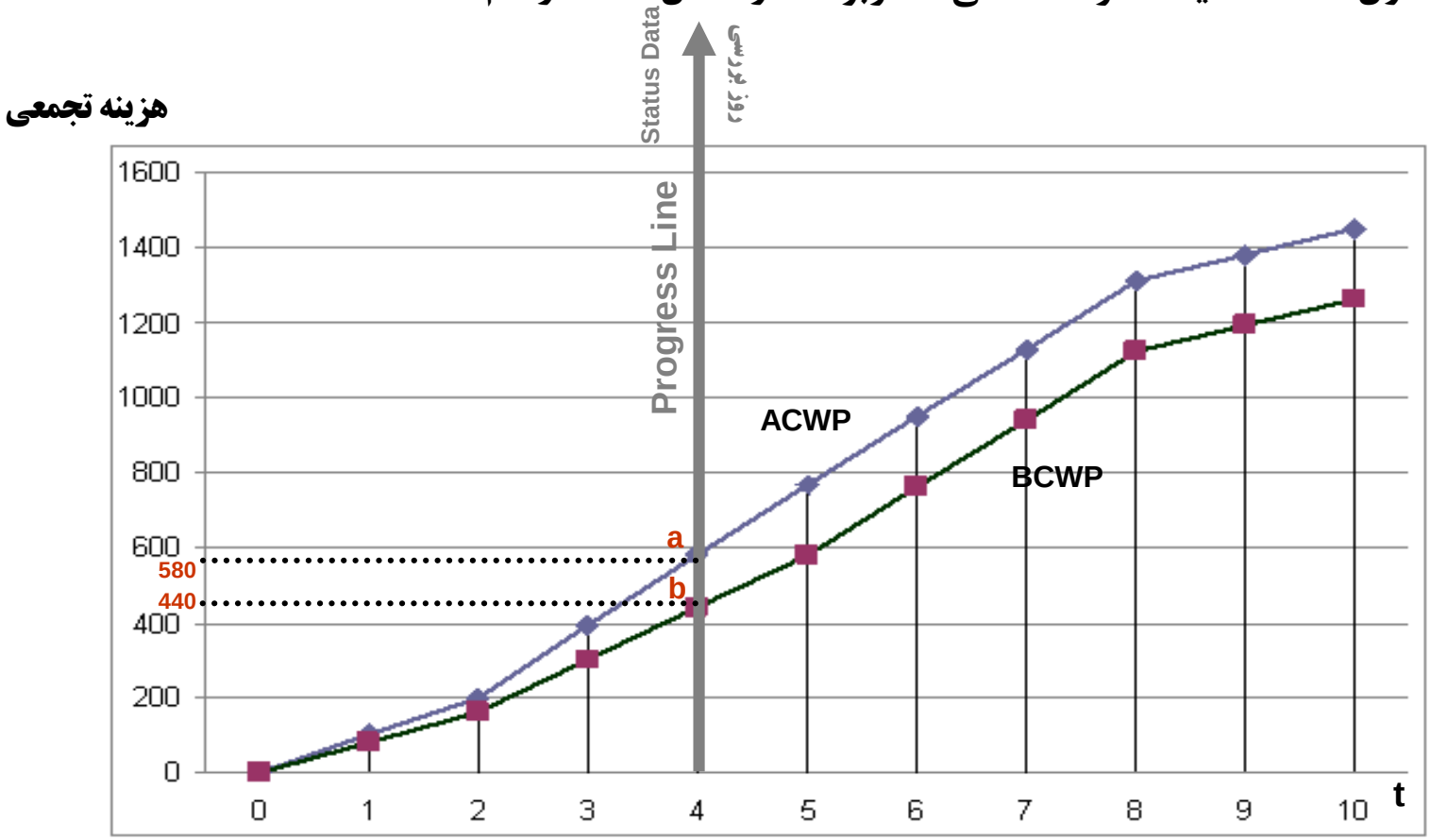
باتوجه به نکته فوق مشخصه پارامترهای برنامه وهزینه سه عامل معروف در شکل ۱۲-۷ نشان داده شده است.



شکل ۱۲-۷ مقایسه مشخصه پارامترهای سه منحنی BCWS، BCWP و ACWP

نمودار فوق همچنین علت اشتباه بودن منحنی s شکل ۱۲-۵-ج را بخاطر مقایسه غلط نشان میدهد.

بنابراین برای مثال فوق مقادیر **ACWP** جداول ۱۲-۳ را باید بامقادیر **BCWP** بدست آمده در قسمت پایین جداول ۱۲-۲ مقایسه کرد. منحنی **S** مربوطه در شکل ۱۲-۸ رسم شده است.



شکل ۱۲-۸- منحنی **S** مقایسه درست هزینه واقعی باهزینه پیش بینی از طریق تکنیک **EV**

از مقایسه دو منحنی شکل ۱۲- ۸میتوان نتیجه گرفت که تاپایان روز چهارم انتظار داشتیم $۲۴۰ خرج می‌شد. اما عملا $۵۸۰ هزینه شده است. این افزایش هزینه با پاره خط ab نشان داده شده است. در فرایند کنترل هزینه درصد افزایش هزینه رانمیتوان از روی منحنی s اندازه‌گیری کرد. ولی به راحتی میتوان آنرامحاسبه کرد. برای مثال فوق خواهیم داشتم:
ضمنا مشاهده میشود که هر دومنحنی درپایان روز دهم (محورxها) به ته رسیده‌اند که نشاندهنده ثابت بودندو برنامه است. اما درمنحنی s شکل ۱۲-۶- ج هر دومنحنی درجهت محور هزینه (محورyها) به یک مقدار ثابت رسیده‌اند.

۱۲-۴-۴- شاخصهای کنترلی

شاخصه‌ایی که در اینجا معرفی میشود برای کنترل بهتر میزان پیشرفت برنامه وهزینه پروژه واندازه‌گیری انحرافات مربوطه از برنامه پیش بینی شده محاسبه ودراختیار مدیران قرار میگیرد. این شاخصها منجر به ایجاد زمان مشترک مابین ذینفعان پروژه شده وسبب استاندارد سازی فرایند کنترل پروژه میگردد. توضیح کامل این شاخصها درمراجع[۱،۵،۱۰،۳۶] آمده است.

در تمام این شاخصها: **s(schedule)**: برنامه

C(cost): هزینه

محاسبه واریانس برنامه **Shedule Vaariance (sv)**

رابطه ۱۲-۷ **SV=BCWP-BCWS**

یک واریانس برنامه منفی نشاندهنده یک شرایط عقب افتادگی از برنامه است.

محاسبه واریانس هزینه **cost caariance (cv)**

رابطه ۱۲-۸ **CV= BCWP-ACWP**

یک واریانس هزینه منفی نشاندهنده یک شرایط افزایش هزینه است.

از آنجاییکه واریانس برنامه برحسب تابعی از هزینه است. برای حذف عامل هزینه میتوان آنها رابر حسب درصدر به شکل زیر همسنگ نمود.

محاسبه درصدر واریانس برنامه **Schedule Variance Percentage (svp)**

رابطه ۱۲-۹ $svp = \frac{sv}{BCWS}$ **=درصد واریانس برنامه های کنترلی**

محاسبه درصد واریانس هزینه **cost variance percentage (cvp)**

رابطه ۱۲-۱۰

$$cvp = \frac{cv}{BCWP}$$ **= درصد واریانس هزینه**

فرمولهای فوق بنحوی تنظیم شده اند تا مقادیری منفی بیانگر عقب افتادگی یا افزایش هزینه باشند.

نکته ۱۲-۱۶: منظور از واژه واریانس درروابط فوق معنای لغوی پراکندگی آن است. وارتباطی به مفهوم واریانس درمبحث آمار واحتمالات ندارد.

برای اندازه‌گیری اینکه راندمان کار انجام شده تاچه حد بوده است لازم است دو شاخص زیر محاسبه شوند.

شاخص کارایی برنامه **schedule performaanc Index (SPI)**

رابطه ۱۲-۱۱

$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS}$$ **= شاخص کارایی برنامه**

شاخص کارایی هزینه **cost performaanc Index (CPI)**

رابطه ۱۲-۱۲

$$CPI = \frac{BCWP}{ACWP}$$ **= شاخص کارایی هزینه**

ایده التری حالت این است که SPI=1 و CPI=1 باشند. این حالت نشاندهنده این است که عملکرد ما درمورد برنامه ومخارج پروژه تازمان مورد نظر عالی بوده است. $SPI \prec 1$نشاندهنده یک شرایط عقب افتادگی ازبرنامه است. زیرامنحنی BCWP در آن نقطه زیر منحنی BCWS افتاده است. $SPI \prec 1$ نیز نشان دهنده افزایش هزینه است. زیرامنحنی ACWP در آن نقطه بالای منحنی BCWPافتاده است. $SPI \succ 1$ لزوما نشان دهنده پیش افتادگی از برنامه نیست. بلکه میتواند به معنی اشتباه در برآوردهاومقادیر پیش بینی شده و نهایتا عملکرد ضعیف برنامه ریزی باشد $CPI \succ 1$ نیز به معنی عملکرد مناسب در مورد هزینه‌ها نیست. بلکه میتواند به معنی اشتباه در براورد هزینه کاهش کیفیت کار انجام شده و... باشد.

نکته۱۲-۷: برخی مواقع در رسانه‌ها با افتخار اعلام میشود که فلان پروژه p% جلوتر است. قافل از برنامه جلوتر است. قافل از آنکه این توهم ناشی از ضعف تیم برنامه‌ریزی پروژه در برآوردها بوده است.

برای درک بهتر مفهوم شاخصها مقادیر آنها در مورد مثال ما در جدول زیر محاسبه شده است.

زمان جاری پروژه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
BCWS	۱۹۰	۳۸۰	۵۹۰	۸۰۰	۹۸۰	۱۰۵۰	۱۱۲۰	۱۱۹۰	۱۲۶۰	۱۲۶۰
BCWP	۸۰	۱۶۰	۳۰۰	۴۴۰						
ACWP	۱۰۰	۲۰۰	۳۹۰	۵۸۰						
SV	-۱۱۰	-۲۲۰	-۲۹۰	-۳۶۰						
SVP	-٪۵۷	-٪۵۷	-٪۴۹	-٪۴۵						
SPI	۰.۴۲	۰.۴۲	۰.۵۱	۰.۵۵						
CV	-۲۰	-۴۰	-۹۰	-۱۴۰						
CVP	-٪۲۵	-٪۲۵	-٪۳۰	-٪۳۲						
CPI	۰.۸۰	۰.۸۰	۰.۷۷	۰.۷۶						

جدول ۱۲-۴- محاسبه شاخصهای کنترلی با استفاده از اطلاعات جدول ۱۲-۳ و ۱۲-۲

روند SPI در جدوال فوق نشان میدهد که برنامه رو به بهبود است. ولی روند CPI نشان میدهد که صرف هزینه‌ها رو به وخامت است.

نکته: ۱۲–۱۸: شاخصهای کنترلی زبان مشترک ایجاد میکنند. برای مثال وزیر نیرو هنگام بازدید ازپروژه احداث یک نیروگاه میتواند در مورد SPI آن پروژه سوال کند.

تخمین هزینه پایانی پروژه Estimate At Completion (EAC)

در مثال فوق اگر وضعیت پروژه از این پس طبق برنامه پیش رود طبق منحنی S شکل ۱۲-۸ کل هزینه پایانی پروژه $۱۴۵۰ خواهد شد. اما باتوجه به عملکرد فعلی که معمولا کارها عقب تر ازبرنامه اجرا شده پیش بینی می‌شود. و هزینه واقعی پایان پروژه بیشتر از $۱۴۵۰ شود. تخمین این افزایش هزینه بوسیله پارامتر EAC بیان میشود. به عبارت دیگر محاسبه EACاز طریق برونیابی (Extraapoplaating) هزینه پایانی پروژه باتوجه به روند عملکرد فعلی پروژه (و استفاده از معیارهای CPIیا SPI) میتواند انجام شود.[۵]

بودجه مورد نیاز برای تکمیل کارهای باقی مانده پروژه + هزینه واقعی صرف شده در پروژه =EAC

رابطه ۱۲-۱۳ EAC=Autul Cost +ETC (Estimaate to Completed)

که مقدار ETC از رابطه زیر بدست می‌آید:

رابطه ۱۲-۱۴ $ETC = \frac{BAC - BCWP}{PF}$ که در آن:

BAC (Budget At Completion): کل بودجه پروژه و PF(Project Factor): ضریب عملکرد پروژه است. که میتواند برابر CPI*SPI,CPI و یا برحسب رابطه دیگری ازاینرو باشد. [36]

برای مثال فوق درپایان روز چهارم اگر از معیار CPI استفاده کنیم خواهیم داشت: $CPI = \frac{440}{580} = 0/76$

$$EAC = 580 + \frac{1260 - 440}{0/76} = 1659\$$$

یعنی اگرعملکرد (Performance) آینده ماشبیه به گذشته وحال (نسبت به پایان روز چهارم) باشد.$۱۶۵۹بجای $۱۴۵۰ امکان پذیر خواهد بود.تکمیل پروژه با هزینه حدودا$۱۶۵۹ بجای $۱۴۵۰ امکان پذیر خواهد بود. بجای روابط ۱۲-۱۳ و۱۲-۱۴ ازرابطه خلاصه شده زیر نیز میتوان استفاده کرد.

$$EAC = \frac{ACWP}{BCWP} \times BAC = \frac{1}{CPTI} \times BAC$$

رابطه ۱۲-۱۵

نکته: ۱۲-۱۹: برای محاسبه EAC از رگرسیون با بکارگیری داده‌های پروژه تازمان Staatus Date نیر میتوان استفاده کرد.

۱۲–۵– الگوی توزیع هزینه‌ها روی گانت چارت فعالیت

قبلا توضیح داده شد که اگر زمان فعالیتها تغییر کند باید هزینه پیش بینی همچنان ثابت بماند. اما توزیع این هزینه در طول زمان انجام آن فعالیت تغییر می‌یابد که این تغییر همانطوری که در مثال فوق مشاهده گردید برای هر فعالیت به کمی محاسبه نیاز دارد. شایان ذکر است که آنجایی که درصد پیشرفت پروژه در روش دیگر شده به نحوه توزیع هزینه روی میله افقی هر فعالیت بستگی دارد وچون معمولا هزینه راه اندازی که در خانه اول نوشته میشود بیشتر از هزینه سایر خانه‌هاست. این روند باعث میشود تا درصد پیشرفت طبق نکته ۱۲-۲۱ خوشبینانه بوده و دقیق نباشد.

نکته ۱۲-۲۰ ماهیت هزینه‌ها درمثال فوق بگونه‌ای بود که توزیع آنها بطور یکنواخت روی گانت چارت فعالیت انجام نشذد به همین خاطر درصدر پیشرفت حاصل حدودی است ودقیق نیست. هر چه توزیع هزینه‌ها روی گانت فعالیت (مانند مثال اول **EV** یکنواخت تر باشد درصد پیشرفت بدست آمده صحیح تر خواهد بود.

برای حصول دقت بیشتر بهتر است که هزینه پیش بینی شده کل هر فعالیت رامانند مثال قبلی بر زمان پیش بینی و واقعی آن تقسیم به نسبت **(Prorated)** نموده ومقدار حاصله را در هرخانه نوشت. البته علت اینکه در این مثال ما روش اخیر رابکار نگرفتیم این بود که می‌خواستیم درقسمت بعدی (کنترل هزینه) هزینه‌های واقعی پروژه را با مقادیر پیش بینی انجام هر فعالیت رابرای هر دو برنامه پیش بینی وواقعی درخانه زمانی شروع **(start)**یا پایان آن فعالیت **(End)** در نظر گرفت وسپس اقدام به رسم منحنی های مربوطه نمود. این روش به ترتیب منجر به درصدهای پیشرفت خوشبینانه وبدبینانه میشود. ایده‌التری حالت این است که هزینه مربوطه نسبت به زمان فعالیت تقسیم به نسبت شود.

گزارش درصد پیشرفت بدون مقیاس زمانی Timeless

WBS Code	شرح فعالیتها	معادل ۲۵٪ پیشرفت	معادل ۵۰٪ پیشرفت	معادل ۷۵٪ پیشرفت	معادل ۱۰۰٪ پیشرفت	درصد از کل	درصد پیشرفت		
							قبلی	فعلی	٪رشد
1	اقدامات مقدماتی					٪۸			
1-1	تامین زمین و تسطیح	مطالعات زمین	اخذ مجوز ها و خرید	تسطیح مقدماتی	تسطیح کامل	۲			
1-2	تامین برق	بررسیهای اولیه	تامین تجهیزات	تست موقت	بهره برداری موقت	۰/۷۵			

تکنیک ارزش کسب شده Earned Value

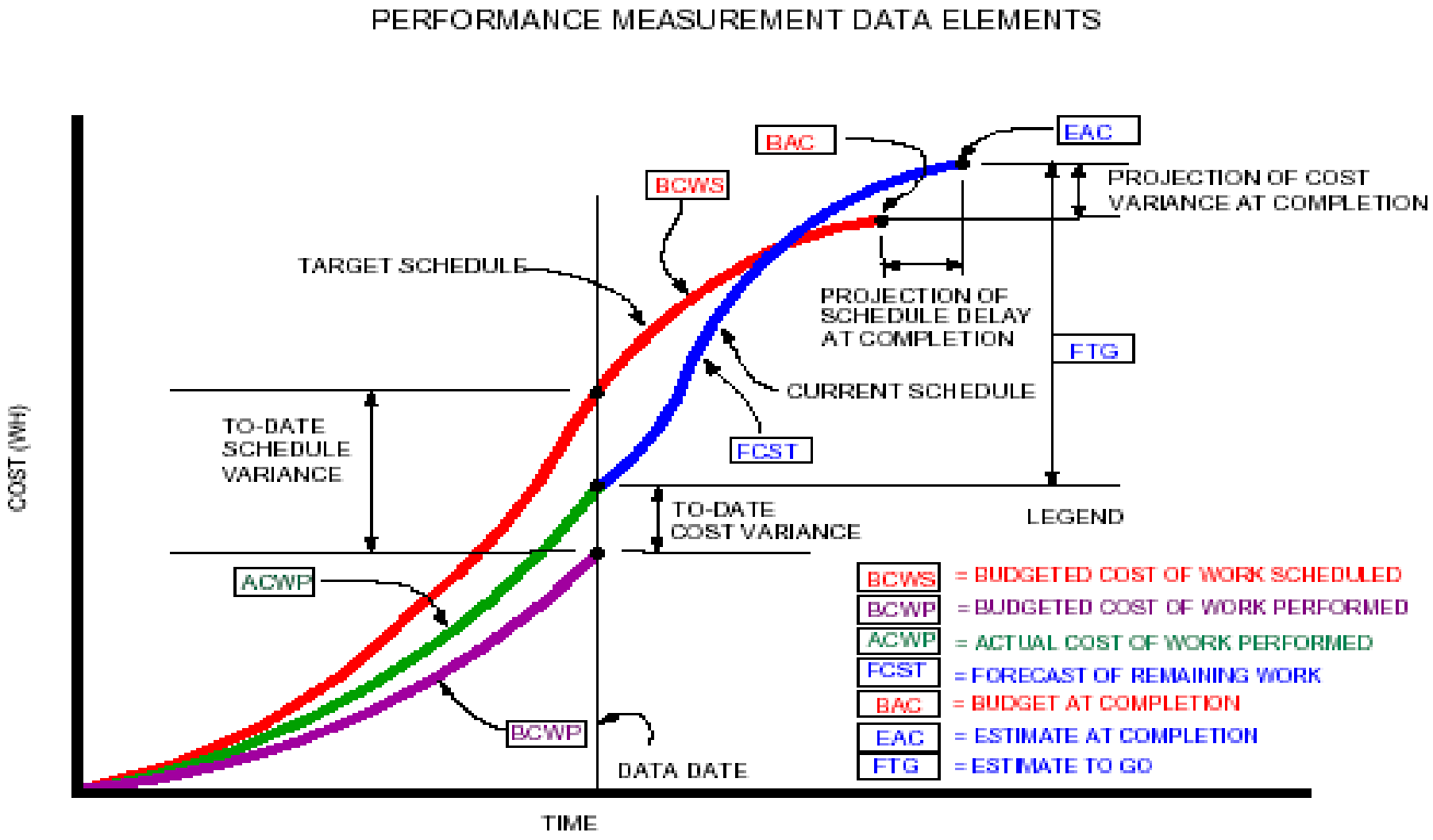


FIGURE 2 - EARNED VALUE ELEMENTS

سیستم کنترلی با فعالیتهای Milestone
(برو نرو)

این سیستم کنترلی معمولا برای کنترل کیفی اقلام پروژه بکار می رود .

درکنترل پروژه فعّالیتهای Milestone،معمولاًفعّالیتهایی با زمان صفرهستند. این فعّالیتها درحقیقت فعّالیت نبوده بلکه نقاط کنترلی پروژه می باشند،امّا از آنجایی که برای وقوع آنها لازم است برخی فعّالیتهای پیشنیازی انجام گیرند،معمولاً به صورت فعّالیت درشبکه تعریف می شوند. برای مثال در یک پروژه ساختمانی مهندس ناظریا کنترل کننده می گوید بعدازاتمام فعّالیت های مربوط به مراحل فونداسیون کف،اسکلت بندی وبالاآوردن دیوارها لازم است کیفیت کار انجام شده بررسی گردد. این سه نقطه کنترلی به عنوان فعّالیت Milestone تعریف می گردد. بطور کلی اتمام فازهای مهم، نقاط تحویل اقلام اصلی قابل تحویل و ... می توانند به عنوان مایل استون تعریف شوند. بی توجهی به فعالیتهای مایل استون و عدم تعریف آنها مانع از نیاز سنجی فازهای بعدی شده، در نتیجه منجر به افزایش هزینه های پروژه می گردد.

۵–گروه فرآیندهای اختتامی
(Closing Process Group)

فرایندهای مورد نیاز برای خاتمه رسمی پروژه است. این فعالیتها شامل تحویل اقلام قابل تحویل و یا پایان دادن به یک پروژه منحل شده (Cancelled Project**) است.**

سیستم کنترل پس از اتمام(Post Control)

این کنترلها بعداز اینکه پروژه به اتمام می رسد به کارگرفته می شود٠شاید تصوّرشود که اعمال آن بعد ازاتمام پروژه مانند نوشداروبعدازمرگ سهراب باشد،ولی این بمنزله تلاش بیهوده برای تغییر آنچه که قبلاً اتّفاق افتاده نیست،بلکه این سیستم کنترلی برای سازمانهایی مناسب است که درگیرپروژه های مشابه زیادی هستند وهدف آنها این است که پروژه های بعدی با دقّت و کارآیی بیشتری اجرا شوند ٠به عبارت دیگرهدف این سیستم آن است که نقاط قوّت وضعف که درپروژه فعلی رخ داده است کشف گردند تا برای اجرای پروژه های مشابه بعدی درنظرگرفته

چک لیست کنترل پروژه

1. آیا سیستم کنترلی دوره اید و متدولوژی آن وجود دارد؟
2. آیا مایل استونهای مهم را مشخص کرده اید؟
3. آیا معیار مناسب برای وزن دهی به فعالیتها را در منشور پروژه آورده اید؟
4. آیا از تکنیک ارزش حاصله برای محاسبه درصد پیشرفت پروژه استفاده می کنید؟