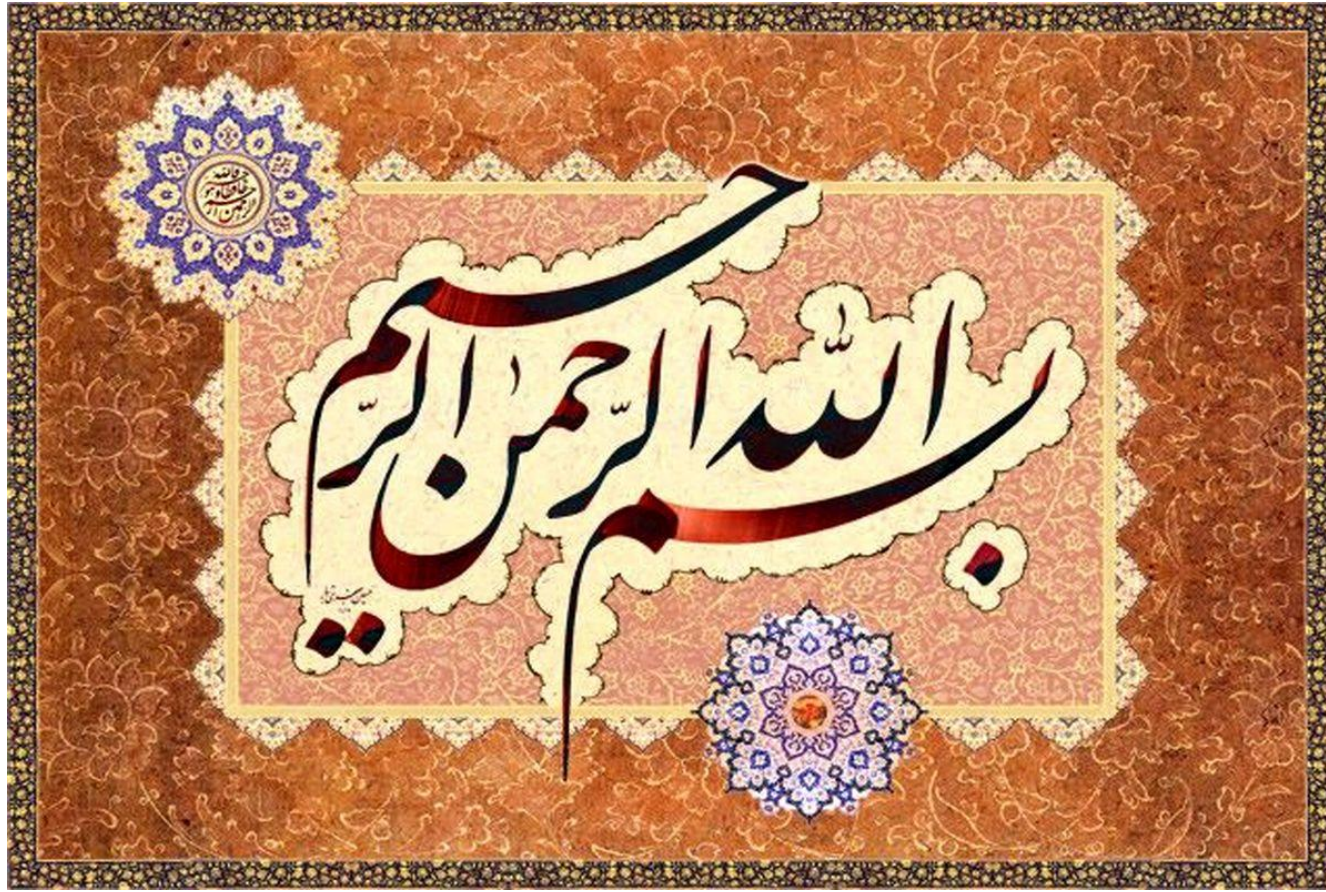




جزوه آموزشی مدیریت و زمان بندی پروژه

Project Management and Scheduling

مدرس: دکتر محمد میلاد احمدی



با تأسی از روح شهیدان اقتدار علمی ایران

"قدرت هسته‌ای و موشکی فعلی ما نتیجه خیزش اول علمی بود؛ اما این کافی نیست... از ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۹، شیب رشد علمی ایران برای یک دهه حتی از چین هم بیشتر بود؛ اما آن را قدر ندانستیم و با بعضی اشتباهات روند را محدود کردیم... اما این سیر محدود در ۲۰۲۱ به نقطه حضيض خود رسید... خیزش جدید علمی وظیفه امروز ماست، تجربه موفق سال‌های قبل ما در مورد عبور از مرزهای علم نشان می‌دهد؛ ما می‌توانیم یک نهضت علمی جدید رقم بزنیم و این کار برعهده نخبگان جامعه است... خیزش جدید علمی جهاد امروز نخبگان دانشگاهی است."

شهید دکتر محمد مهدی طهرانچی



دکتر محمد میلاد احمدی

<https://mmiladahmadi.ir/>



سرفصل درس

- ❑ ۱. مقدمه‌ای بر زمان‌بندی و کنترل پروژه
- ❑ ۲. مدل‌های مختلف زمان‌بندی پروژه
- ❑ ۳. تحلیل و مدل‌سازی پروژه
- ❑ ۴. روش‌های برنامه‌ریزی و زمان‌بندی
- ❑ ۵. ابزارهای نرم‌افزاری برای زمان‌بندی پروژه
- ❑ ۶. کنترل و نظارت بر پیشرفت پروژه
- ❑ ۷. مدیریت منابع و هزینه‌ها در زمان‌بندی پروژه

- ❑ ۸. مدیریت ریسک در زمان‌بندی پروژه
- ❑ ۹. بازنگری و بهینه‌سازی زمان‌بندی
- ❑ ۱۰. مفاهیم پیشرفته در زمان‌بندی و کنترل پروژه
- ❑ ۱۱. مطالعه موردی و پروژه عملی
- ❑ ۱۲. خلاصه و جمع‌بندی درس





فصل ۱ : مقدمه‌ای بر زمان‌بندی و کنترل پروژه



زندگی در جهان مِگا پروژه‌ها



تعریف پروژه و اهمیت زمان‌بندی

- **تعریف پروژه:**

پروژه یک تلاش موقت است که با هدف تولید محصول یا خدمت خاصی در یک زمان معین انجام می‌شود.

پروژه‌ها دارای ویژگی‌هایی چون محدودیت‌های زمانی، هزینه‌ای، منابع و اهداف مشخص هستند.

- **اهمیت زمان‌بندی در پروژه‌ها:**

زمان‌بندی نقش کلیدی در موفقیت پروژه‌ها دارد و با تعیین زمان‌های آغاز، پایان و پیشرفت، به مدیران کمک می‌کند که پروژه‌ها را در مسیر صحیح نگه دارند.

زمان‌بندی بهبود هماهنگی تیم‌ها، تخصیص منابع و مدیریت ریسک‌ها را تسهیل می‌کند.



چرخه حیات پروژه



- **مراحل چرخه حیات پروژه:**

۱. **آغاز پروژه:** شناسایی نیازها و اهداف پروژه

۲. **برنامه‌ریزی:** تعیین اهداف، زمان‌ها، منابع و فعالیت‌ها

۳. **اجرا:** اجرای برنامه‌ریزی‌ها و نظارت بر پیشرفت

۴. **کنترل:** ارزیابی و اصلاح مشکلات و انحرافات از برنامه

۵. **پایان:** تحویل محصول نهایی و ارزیابی عملکرد

- **ارتباط با زمان‌بندی:** زمان‌بندی باید در تمام مراحل چرخه حیات پروژه مورد توجه قرار گیرد و به ویژه در مراحل

برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل اهمیت بیشتری دارد.



تفاوت‌های بین زمان‌بندی و کنترل پروژه

- **زمان‌بندی پروژه:**

فرآیند تعیین و مدیریت فعالیت‌ها و منابع در طول پروژه.

به معنای تخصیص زمان‌های مشخص برای هر فعالیت و برنامه‌ریزی مسیر پروژه است.

- **کنترل پروژه:**

فرآیند نظارت و اصلاح پروژه برای اطمینان از انطباق با برنامه‌ریزی‌های اولیه.

شامل شبیه‌سازی انحرافات، شناسایی مشکلات، و انجام اصلاحات برای بازگشت به مسیر برنامه است.

- **تفاوت اصلی:** زمان‌بندی به تعیین «چه زمانی» پرداخته می‌شود، در حالی که کنترل پروژه به ارزیابی و اصلاح

عملکرد «در طول زمان» مربوط است.



اهداف و چالش‌های زمان‌بندی و کنترل پروژه

• اهداف:

- اطمینان از اتمام پروژه در زمان مشخص.
- مدیریت منابع به صورت بهینه.
- کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری.
- ایجاد شفافیت و هماهنگی در تیم پروژه.

• چالش‌ها:

- پیش‌بینی دقیق زمان‌ها و منابع در مراحل ابتدایی پروژه.
- مقابله با تغییرات غیرمنتظره و ریسک‌ها.
- مدیریت پیچیدگی‌های پروژه‌های بزرگ و چندمنظوره.
- نیاز به هماهنگی میان تیم‌های مختلف و مدیریت وابستگی‌ها.



پرسش

❑ چرا زمان‌بندی دقیق و کنترل پروژه از مراحل اولیه تا انتهای پروژه، حتی در پروژه‌های کوچک، برای موفقیت پروژه‌ها ضروری است؟

❑ چگونه نادیده گرفتن اهمیت زمان‌بندی و کنترل پروژه می‌تواند منجر به انحرافات جدی در پروژه‌های بزرگ شود و چه پیامدهایی می‌تواند برای منابع، هزینه‌ها و کیفیت داشته باشد؟





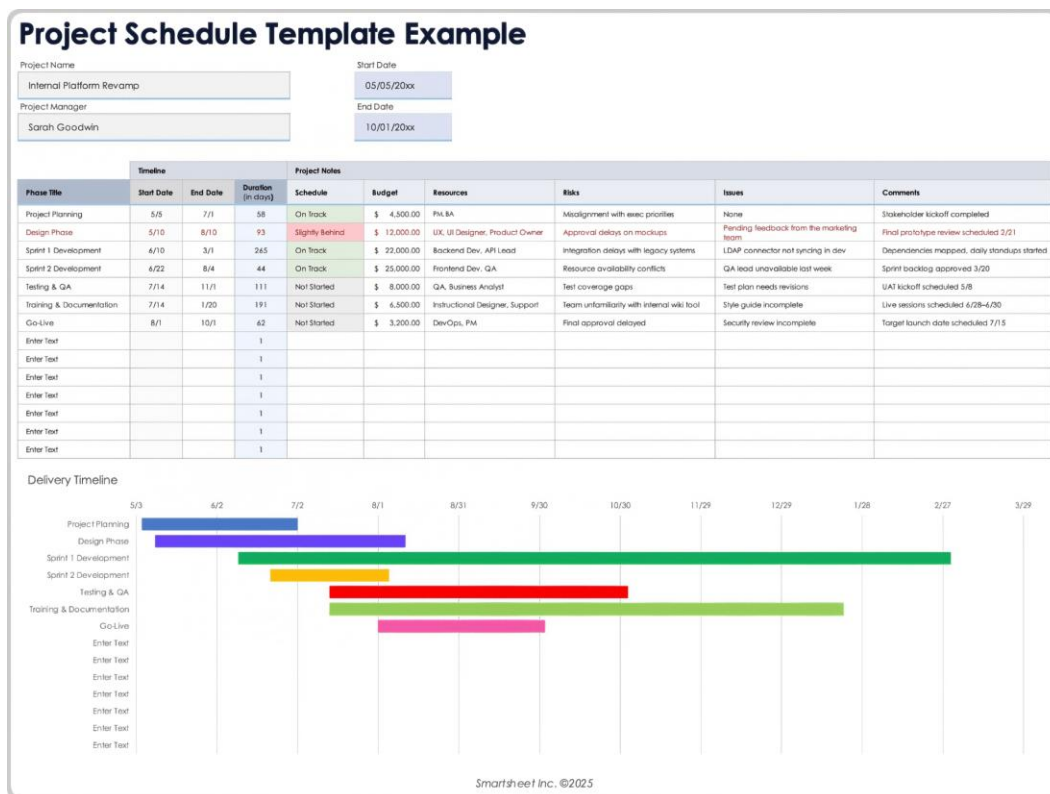
فصل ۲ : مدل‌های مختلف زمان‌بندی پروژه



مدل‌های زمان‌بندی پروژه

مفهوم مدل‌های زمان‌بندی پروژه:

- مدل‌های زمان‌بندی پروژه به روش‌ها و ابزارهایی گفته می‌شود که برای تعیین فعالیت‌ها، روابط زمانی آن‌ها و تخصیص منابع به کار می‌روند.
- هدف از این مدل‌ها بهبود برنامه‌ریزی، کنترل و مدیریت پروژه‌ها است.



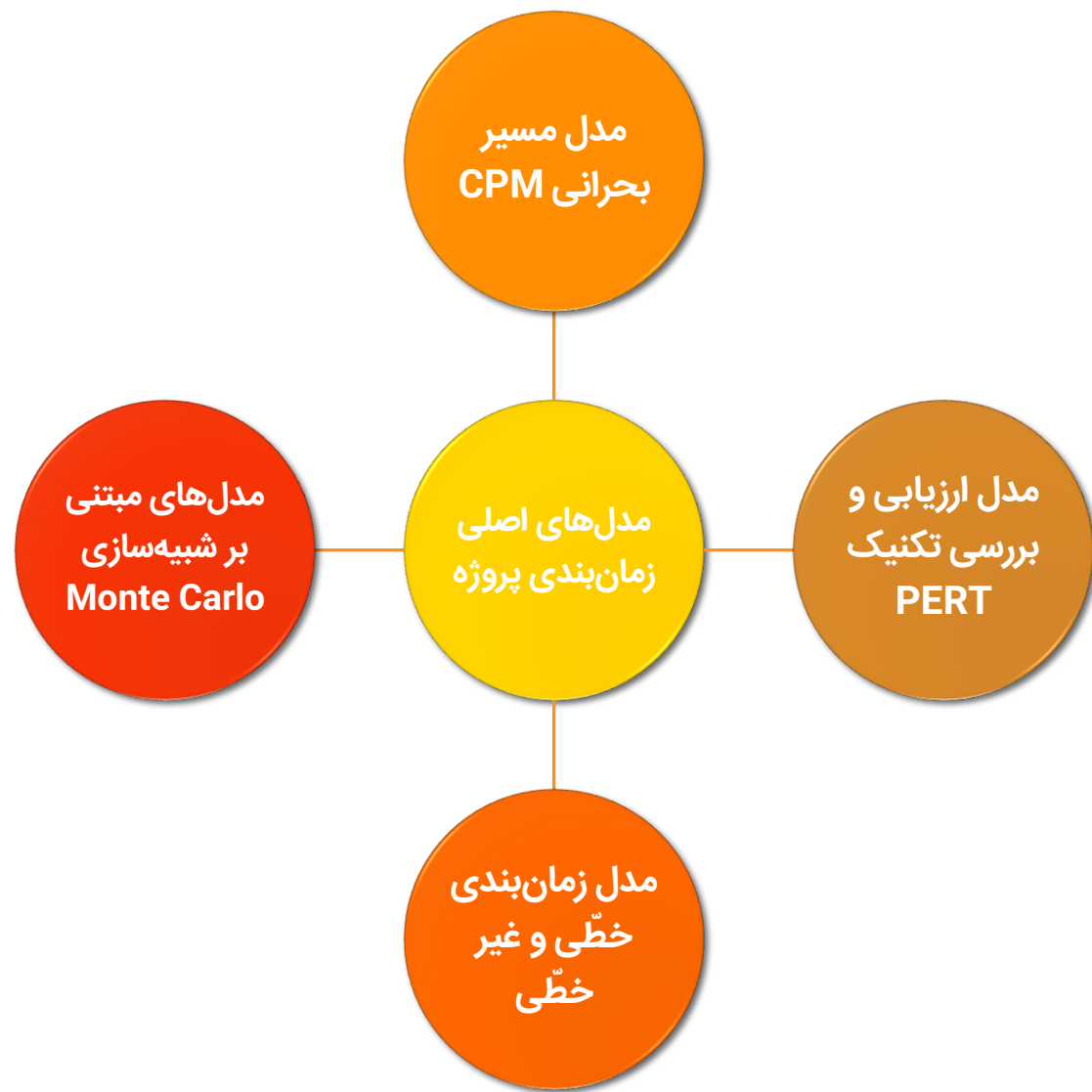
مدل‌های اصلی زمان‌بندی پروژه

❖ مدل مسیر بحرانی: روشی برای شناسایی فعالیت‌های حیاتی پروژه که تأثیر مستقیم بر زمان اتمام دارند و کمک به تعیین زمان‌های شروع و پایان برای هر فعالیت.

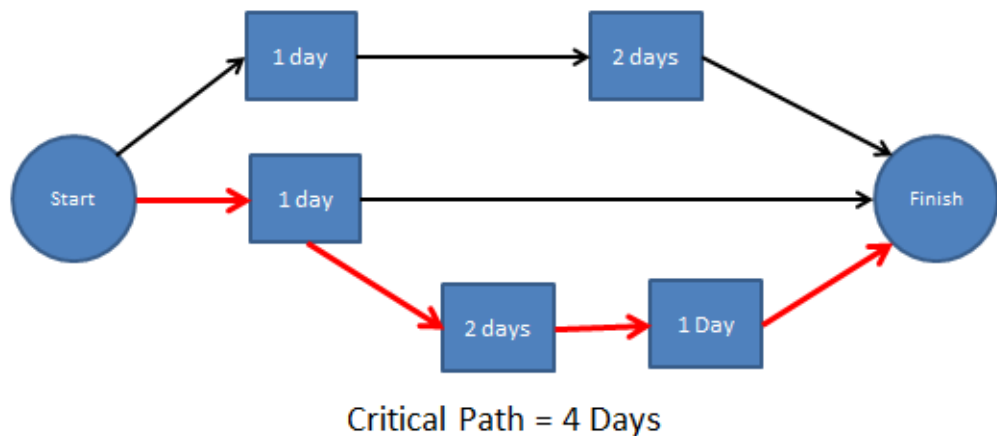
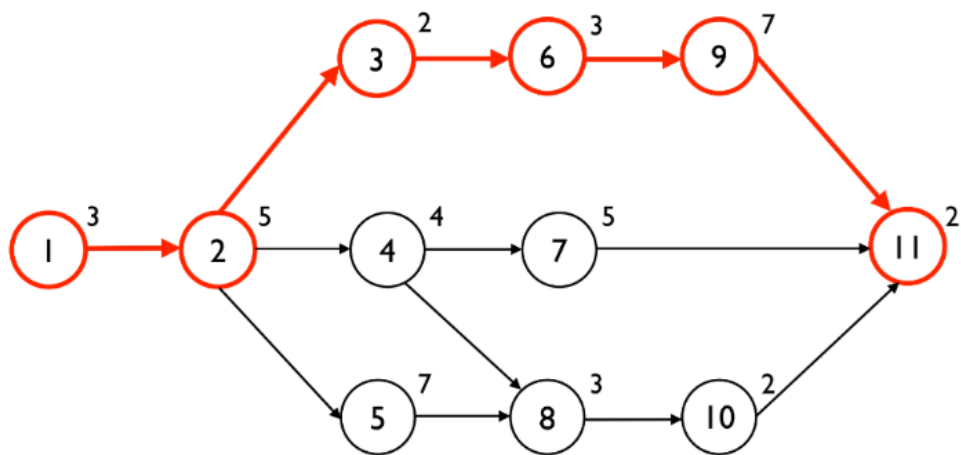
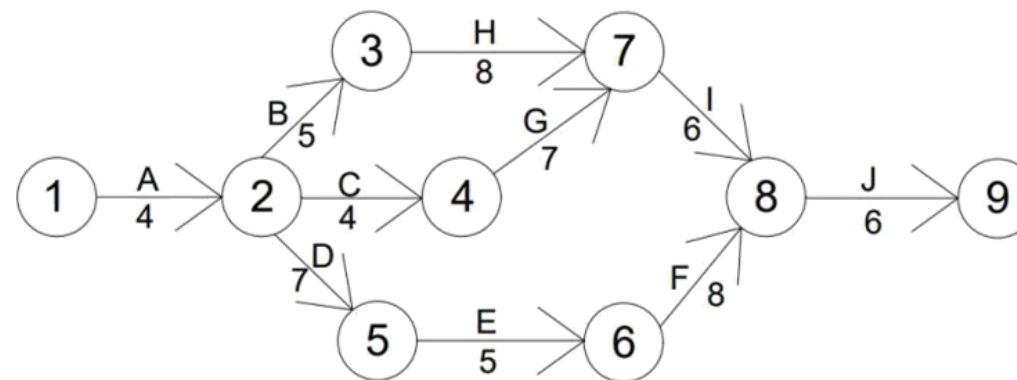
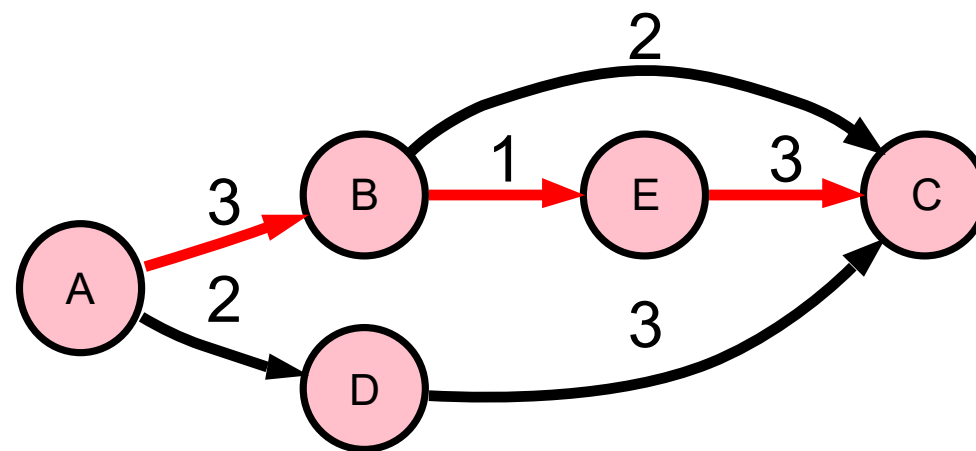
❖ مدل ارزیابی و بررسی تکنیک: روشی برای پروژه‌های پیچیده و غیرقطعی که از سه زمان پیش‌بینی‌شده (خوشبینانه، بدبینانه و محتمل) برای هر فعالیت استفاده می‌کند تا زمان اتمام پروژه را تخمین بزند.

❖ مدل‌های زمان‌بندی خطی و غیرخطی: مدل‌هایی که برای تخصیص منابع و زمان‌بندی فعالیت‌ها در پروژه‌ها استفاده می‌شوند، با توجه به وابستگی‌ها و روابط بین فعالیت‌ها. در مدل‌های غیرخطی، زمان‌ها و منابع ممکن است به شکل پیچیده‌تری به هم وابسته باشند.

❖ مدل‌های مبتنی بر شبیه‌سازی: روشی برای شبیه‌سازی هزاران سناریو مختلف با استفاده از داده‌های تصادفی برای تحلیل ریسک‌ها و پیش‌بینی نتایج پروژه‌ها با توجه به عدم قطعیت‌ها.



مدل مسیر بحرانی



مدل ارزیابی و بررسی تکنیک - Program Evaluation and Review Technique (PERT)

۱. **شناسایی فعالیت‌ها:** تمام فعالیت‌های مورد نیاز برای تکمیل پروژه را تعیین کنید. آن را به وظایف کوچک و قابل مدیریت با اقدامات یا موارد قابل تحویل تقسیم کنید.
۲. **تعیین وابستگی‌ها:** جریان و ترتیب وظایف را در نظر بگیرید. فعالیت‌هایی را که تیم باید قبل از شروع دیگران به پایان برساند شناسایی کنید و روابط بین آن‌ها را برقرار کنید.
۳. **ایجاد نمودار PERT:** نمودار PERT را با استفاده از گره‌ها برای نمایش فعالیت‌ها و فلش‌ها برای نشان دادن توالی کارها بسازید. هر گره باید نام یک فعالیت و تخمین زمانی داشته باشد.
۴. **تخصیص تخمین‌های زمانی:** تخمین‌های زمانی را تعیین کنید. معمولاً سه تخمین وجود دارد: خوش‌بینانه (O)، با احتمال زیاد (M) و بدبینانه (P).
۵. مدیران پروژه می‌توانند از فرمول PERT برای تخمین زدن مدت زمان فعالیت‌ها استفاده کنند.
۶. **Optimistic, Most likely, and Pessimistic** $(O + 4M + P) \div 6$
۷. فرض کنید زمان خوش‌بینانه ۲۰ دقیقه، زمان بدبینانه ۵۰ دقیقه و محتمل‌ترین زمان ۳۵ دقیقه است. با استفاده از فرمول PERT می‌توانیم مدت زمان تکمیل فعالیت را حدود چند دقیقه تعیین کنیم؟



مدل‌های زمان‌بندی خطی و غیرخطی

- **مدل‌های خطی:** در این مدل‌ها، وابستگی‌های زمانی بین فعالیت‌ها به صورت ساده و مستقیم است و معمولاً از معادلات خطی برای تعیین زمان‌های شروع و پایان استفاده می‌شود.
 - **مدل‌های غیرخطی:** در این مدل‌ها، وابستگی‌ها و محدودیت‌های زمانی پیچیده‌تر هستند و به صورت غیرخطی با استفاده از روش‌های پیچیده‌تر مانند برنامه‌ریزی عددی یا شبیه‌سازی مدل می‌شوند.
- این مدل‌ها به ویژه در پروژه‌هایی که دارای پیچیدگی‌های زیاد و روابط پیچیده میان فعالیت‌ها هستند، کاربرد دارند.

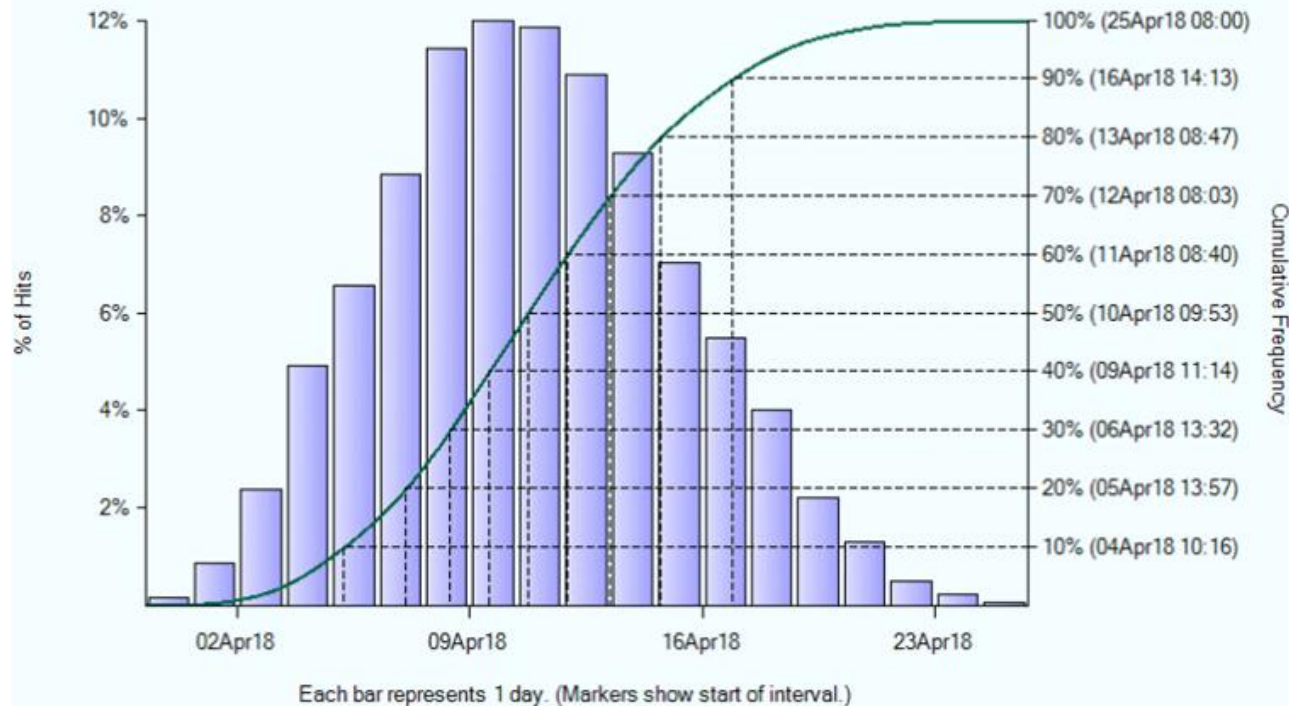


مدل‌های مبتنی بر شبیه‌سازی و شبیه‌سازی Monte Carlo

Project Full Monte Demonstration.mpp (10000 simulations performed on 2/10/2020)

Histogram of Finish for task 'Delivery' (UID 37).

Mean = 10Apr18 11:00, Standard deviation = 25 hours, Deterministic value = 06Apr18 17:00 (35%).



چرا این نام انتخاب شده؟

نام Monte Carlo از نام قمارخانه مونته‌کارلو در موناکو گرفته شده است. این قمارخانه به دلیل تصادفی بودن و شانس در بازی‌های قمار مشهور است. شبیه‌سازی Monte Carlo هم به همین دلیل نام‌گذاری شده، زیرا این روش به استفاده از داده‌های تصادفی برای حل مسائل پیچیده مشابه با اصول تصادفی (شانس) اشاره دارد.

شبیه‌سازی Monte Carlo چیست؟

شبیه‌سازی Monte Carlo یک روش آماری است که برای مدل‌سازی مشکلات پیچیده و محاسبه احتمالات مختلف با استفاده از داده‌های تصادفی و تکرارهای متعدد از یک فرآیند یا مدل استفاده می‌کند. این تکنیک معمولاً برای پیش‌بینی نتایج مختلف یا تحلیل ریسک‌ها در پروژه‌ها و سیستم‌های پیچیده به کار می‌رود.

برای مثال، در پروژه‌ها یا برنامه‌ریزی مالی، Monte Carlo می‌تواند برای پیش‌بینی نتایج مختلف (مثلاً زمان اتمام پروژه یا سود مالی) با استفاده از هزاران سناریو تصادفی استفاده شود.



مدل‌های مبتنی بر شبیه‌سازی و شبیه‌سازی Monte Carlo

❖ تعریف و کاربرد:

- شبیه‌سازی Monte Carlo یکی از روش‌های پیشرفته برای مدیریت زمان‌بندی است که از داده‌های تصادفی برای شبیه‌سازی نتایج مختلف استفاده می‌کند.
- این روش به‌ویژه برای تحلیل ریسک‌ها و پیش‌بینی نتایج در پروژه‌هایی با عدم قطعیت بالا مفید است.

❖ ویژگی‌ها:

- شبیه‌سازی هزاران سناریو مختلف برای ارزیابی ریسک‌ها و زمان‌بندی پروژه.
- استفاده از نتایج تصادفی برای پیش‌بینی زمان‌های احتمالی اتمام پروژه.

❖ مزایا و معایب:

- مزایا: تحلیل دقیق‌تر ریسک‌ها و زمان‌های پیش‌بینی شده.
- معایب: نیاز به نرم‌افزار تخصصی و داده‌های معتبر برای انجام شبیه‌سازی.



مسأله معروف مهمانی





فصل ۳ : تحلیل و مدل سازی پروژه



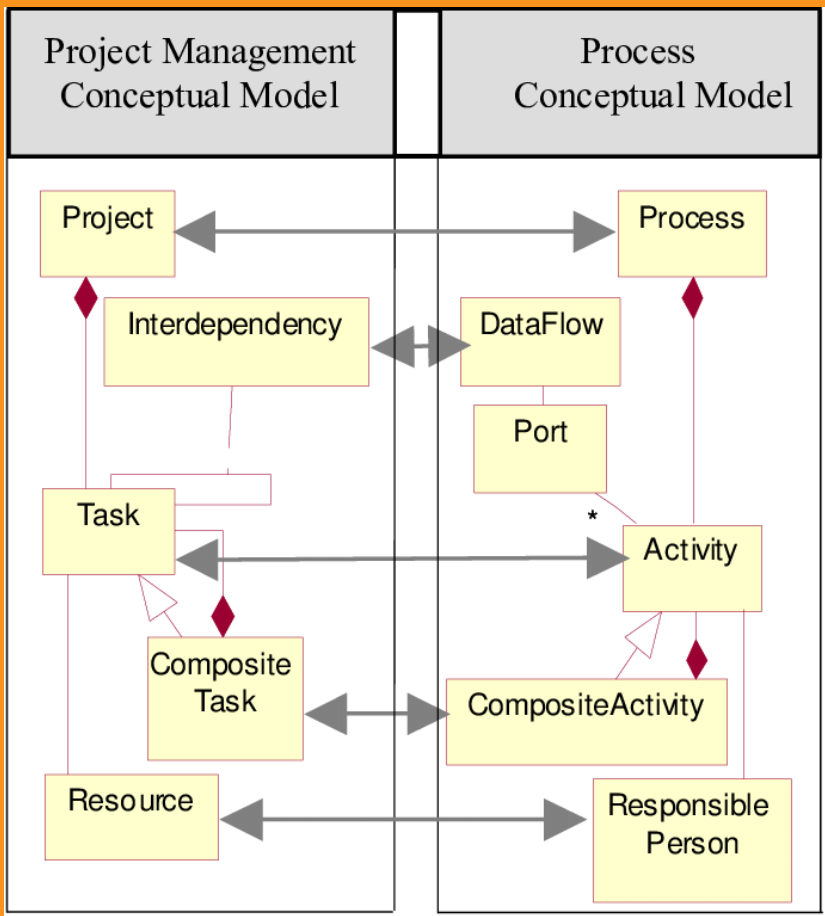
مفهوم تحلیل و مدل سازی پروژه

تعریف تحلیل پروژه:

- تحلیل پروژه فرآیندی است که به شناسایی، ارزیابی و بررسی فعالیتها، منابع و زمانهای مورد نیاز برای انجام پروژه می پردازد.
- هدف تحلیل پروژه، تعیین مؤلفه های اصلی و شناسایی وابستگی های بین فعالیت ها است.

تعریف مدل سازی پروژه:

- مدل سازی پروژه شامل طراحی یک مدل دقیق از فعالیتها، روابط آنها و منابع مورد نیاز برای تحقق اهداف پروژه است.
- این مدل ها می توانند به صورت گرافیکی (مانند نمودارهای گانت و PERT) یا ریاضی (مانند مدل های بهینه سازی) نمایش داده شوند.



شناسایی فعالیت‌ها و روابط بین آن‌ها

❖ شناسایی فعالیت‌ها:

- اولین گام در تحلیل پروژه، شناسایی تمام فعالیت‌ها و مراحل مورد نیاز برای تکمیل پروژه است.
- این فعالیت‌ها باید به دقت تعریف و از نظر زمان‌بندی و منابع مورد نیاز تحلیل شوند.

❖ تعریف روابط بین فعالیت‌ها:

- فعالیت‌ها می‌توانند وابستگی‌های مختلفی با یکدیگر داشته باشند.
- روابط بین فعالیت‌ها معمولاً به صورت گرافیکی نمایش داده می‌شود تا درک بهتری از روابط زمانی و نحوه هماهنگی فعالیت‌ها فراهم شود.



شروع به شروع

SS یا Start to Start

وظیفه دوم نمی‌تواند شروع شود، تا موقعی که وظیفه اول شروع شود. وظیفه اول، پیش‌نیازِ وظیفه دوم است و با شروع شدنش، اجازه می‌دهد وظیفه دوم شروع شود؛ پس وظیفه دوم می‌تواند دیرتر هم شروع شود و الزامی به شروع هم‌زمان نیست.



پایان به شروع

FS یا Finish to Start

وظیفه دوم نمی‌تواند شروع شود، مگر اینکه وظیفه اول تمام شود.

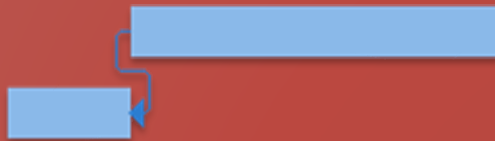


انواع وابستگی وظیفه‌های پروژه

شروع به پایان

SF یا Start to Finish

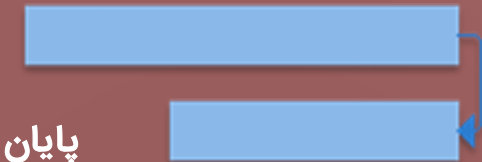
این نوع رابطه اغلب بی‌استفاده است. وظیفه دوم نمی‌تواند تمام شود، مگر اینکه وظیفه اول شروع شود.



پایان به پایان

FF یا Finish to Finish

در این حالت وظیفه دوم زمانی می‌تواند تمام شود که وظیفه اول تمام شود؛ پس وظیفه دوم به‌هیچ‌وجه نمی‌تواند قبل از وظیفه اول تمام شود. نکته مهم این‌که قرار نیست این دو وظیفه حتماً «با هم» تمام شوند.



نمودارهای شبکه (Gantt, PERT)

نمودار PERT (PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE)

نمودار PERT برای نمایش روابط پیچیده‌تری بین فعالیت‌ها به کار می‌رود.

این نمودار معمولاً برای پروژه‌های بزرگ و پیچیده که دارای عدم قطعیت زیادی هستند، مناسب است.

این نمودار شامل زمان‌های پیش‌بینی‌شده (زمان خوشبینانه، بدبینانه و محتمل) برای هر فعالیت است.

نمودار گانت GANTT CHART

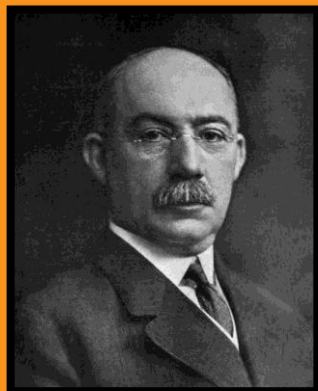
نمودار گانت یک ابزار بصری است که زمان‌بندی فعالیت‌ها را در طول پروژه نمایش می‌دهد.

این نمودار زمان شروع، پایان و طول مدت هر فعالیت را به صورت افقی نشان می‌دهد.

برای پروژه‌های کوچک تا متوسط با روابط زمانی ساده مناسب است.



مراحل تهیه نمودار گانت



مرحله ۱ مرور محدوده خط مبنا

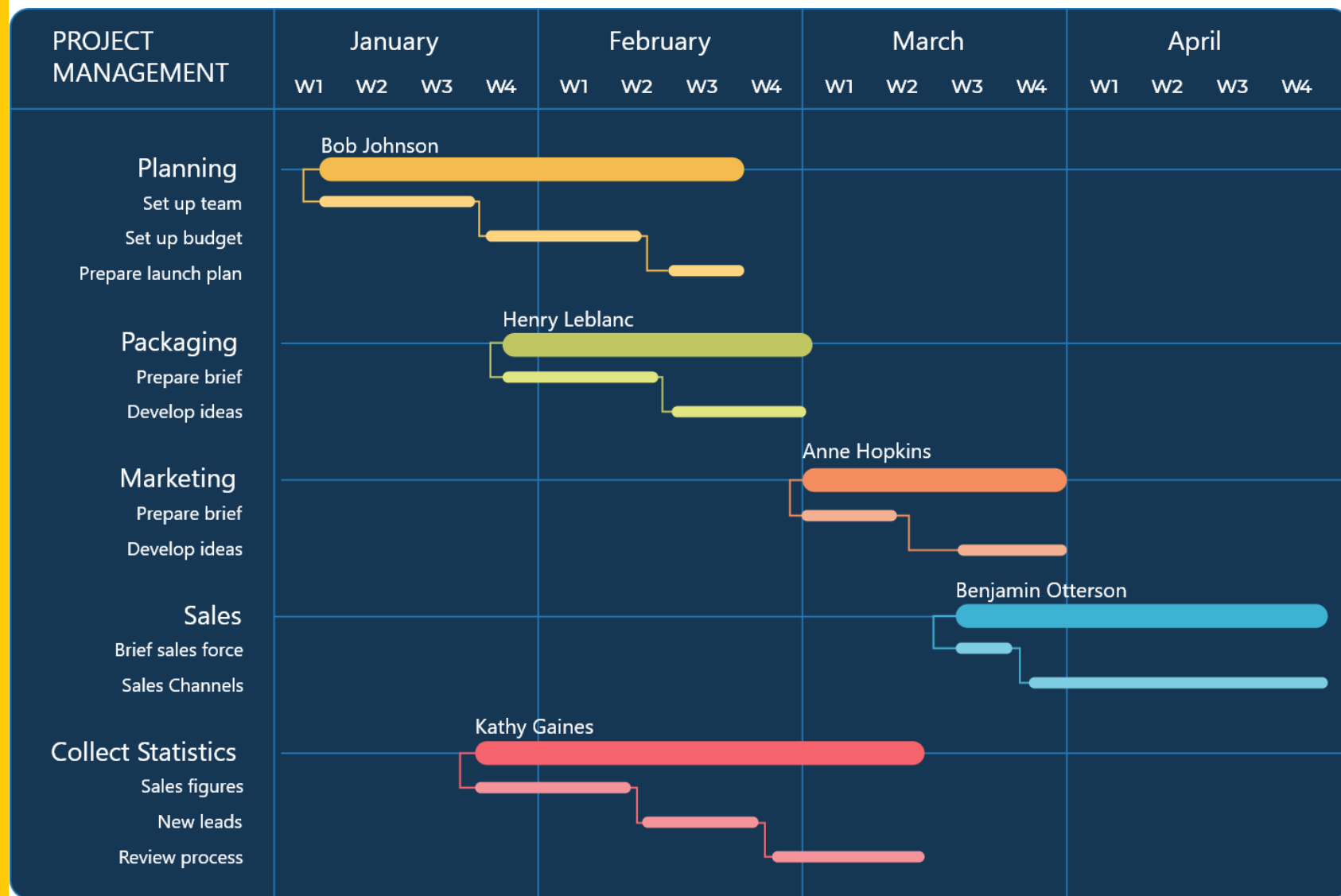
مرحله ۲ ایجاد فعالیت‌ها

مرحله ۳ توالی فعالیت‌ها

مرحله ۴ تخمین منابع

مرحله ۵ تخمین مدت زمان‌ها

مرحله ۶ تهیه برنامه زمانی



تعیین زمان‌های پیش‌بینی‌شده (Start, Finish, Duration)

❖ زمان شروع (Start Time): زمان شروع هر فعالیت باید با توجه به وابستگی‌های آن به سایر فعالیت‌ها مشخص شود.

❖ زمان پایان (Finish Time): زمان پایان فعالیت به زمان شروع و مدت زمان فعالیت بستگی دارد.

❖ مدت زمان فعالیت (Duration): مدت زمان هر فعالیت بر اساس منابع، پیچیدگی و سایر محدودیت‌ها تعیین می‌شود. ممکن است از تکنیک‌های تخمینی یا تجربی برای پیش‌بینی مدت زمان استفاده شود.





فصل ۴ : روش‌های برنامه‌ریزی و زمان‌بندی



🎯 مقدمه – اهمیت برنامه‌ریزی و زمان‌بندی

چرا برنامه‌ریزی و زمان‌بندی در پروژه حیاتی است؟

- تضمین انجام به‌موقع فعالیت‌ها و تحویل به‌موقع پروژه
- تخصیص بهینه منابع (نیروی انسانی، تجهیزات، بودجه)
- شناسایی مسیرهای بحرانی و کنترل تأخیرات احتمالی
- فراهم‌سازی مبنای کنترل پیشرفت و گزارش‌دهی

برنامه‌ریزی فقط تعیین زمان نیست؛ بلکه تصویر جامع مدیریت زمان، هزینه و کیفیت است.



سپوح برنامهریزی پروژه

ساختار سلسله‌مراتبی برنامهریزی

- برنامهریزی استراتژیک: اهداف کلان و سیاست‌های اجرا
- برنامهریزی تاکتیکی: طرح‌های اجرایی در سطح واحدها و فازها
- برنامهریزی عملیاتی: جزئیات فعالیت‌ها، منابع و زمان‌بندی دقیق
- ابزار کلیدی: ساختار شکست کار (WBS) برای شناسایی و تجزیه فعالیت‌ها

بدون WBS، هیچ زمان‌بندی دقیقی ممکن نیست؛ چون ابتدا باید بدانیم دقیقاً چه کارهایی داریم.



روش‌های اصلی زمان‌بندی پروژه

مقایسه روش‌های متداول زمان‌بندی

روش	ویژگی	مزایا	محدودیت‌ها
Gantt Chart (نمودار گانت)	نمایش فعالیت‌ها روی محور زمان	ساده و بصری	وابستگی‌ها به سختی دیده می‌شوند
CPM (مسیر بحرانی)	تمرکز بر فعالیت‌های بحرانی	کنترل تأخیر و زمان کل پروژه	فرض زمان قطعی فعالیت‌ها
PERT (تکنیک ارزیابی و بازنگری پروژه)	استفاده از زمان‌های خوش‌بینانه، بدبینانه و محتمل	مناسب برای پروژه‌های تحقیقاتی	پیچیدگی در محاسبات
Line of Balance (LOB)	برای پروژه‌های تکراری (مثلاً ساختمانی)	بهینه‌سازی جریان کار	مناسب پروژه‌های غیرتکراری نیست



🚀 رویکردهای نوین در برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه از روش‌های سنتی تا سیستم‌های پویا و چابک

زمان‌بندی چندسطحی (Multi-Level Scheduling)

- ارتباط بین برنامه‌های کلان، فازها و فعالیت‌های جزئی
- کاربرد در پروژه‌های بزرگ و چندپیمانکار

زمان‌بندی مبتنی بر ریسک (Risk-Based Scheduling)

- در نظر گرفتن احتمال وقوع ریسک‌ها در مدت فعالیت‌ها
- تحلیل سناریوهای بدبینانه و خوش‌بینانه با شبیه‌سازی مونت کارلو

زمان‌بندی چابک (Agile Scheduling)

- تمرکز بر انعطاف و بازخورد سریع به‌جای طرح دقیق اولیه
- به‌کارگیری در پروژه‌های فناوری، استارت‌آپی و تحقیق و توسعه
- ابزارهای مرتبط: Scrum Board، Kanban Chart

زمان‌بندی پویا (Dynamic Scheduling)

- مبتنی بر به‌روزرسانی مداوم داده‌های واقعی پروژه
- ترکیب برنامه‌ریزی، کنترل و پیش‌بینی آینده
- استفاده از نرم‌افزارهایی مثل Primavera و MS Project برای بازنگری خودکار مسیرها



کنترل و به روزرسانی زمان بندی

از برنامه ریزی تا کنترل پیشرفت

- مقایسه برنامه مبنا با اجرای واقعی
- محاسبه تأخیر، پیشرفت و انحراف زمان
- به روزرسانی شبکه و اصلاح مسیر بحرانی
- ابزارهای نرم افزاری پرکاربرد:
 - Microsoft Project
 - Primavera P6
 - OpenProject (منبع باز)

زمان بندی پویاست؛ هر تغییری در منابع یا فعالیت ها باید فوراً در برنامه منعکس شود.



ساختار شکست کار

WBS چیست؟

- ❑ ساختار شکست کار یا Work Breakdown Structure یکی از اولین گام‌ها در مدیریت یک طرح و پروژه متناسب و درست است و تیم را در مسیر موفقیت قرار می‌دهد.
- ❑ نادیده گرفتن این فرآیند و یا عدم صرف زمان مناسب جهت تهیه آن می‌تواند یکی از عوامل شکست در پروژه‌ها باشد.
- ❑ ساختار شکست کار نمایشی از محصولات و یا خدمات قابل تحویل یک پروژه است که به بخش‌های جزئی‌تری تقسیم شده است.
- ❑ WBS نقش بسیار مهمی در مدیریت محدوده و محتوای پروژه دارد.



برخی از مزایا و فواید WBS عبارت‌اند از:

- ❑ برنامه‌ریزی و زمان‌بندی مطمئن‌تر
 - ❑ تقسیم پروژه به بسته‌های مدیریت‌پذیر کاری
 - ❑ تخمین دقیق‌تر هزینه‌های پروژه
 - ❑ اطمینان از از قلم نیفتادن اقلام تحویلی مهم
 - ❑ کمک به مدیر پروژه در تخصیص منابع
 - ❑ ابزاری ایده‌آل برای طوفان فکری تیم
 - ❑ بهبود انسجام تیمی
- ### کاربرد ساختار شکست کار
- ❑ WBS قلب مدیریت پروژه است.
 - ❑ WBS یک تقسیم‌بندی سلسله‌مراتبی از تحویل شدنی‌ها است که نتایج آن‌ها ملموس و قابل اندازه‌گیری و برای تکمیل پروژه ضروری بوده و باید به تایید کارفرما برسد.

انواع ساختار شکست کار

مبنای شکست کار در پروژه‌های مختلف متفاوت است؛
و با توجه به اهداف پروژه می‌توان تعداد زیادی ساختار شکست کار تدوین کرد.

۱. ساختار شکست مراحل انجام کار Phase or Stage Breakdown Structure
۲. ساختار شکست براساس بخش‌های سازمانی پروژه Department Breakdown Structure
۳. ساختار شکست مونتاژ محصول نهایی Assembly/Product Breakdown Structure
۴. ساختار شکست براساس پیمانکاران Contractor Breakdown Structure
۵. ساختار شکست سیستم‌های مورد نیاز پروژه System Breakdown Structure
۶. ساختار شکست براساس اقلام قابل حمل و نقل Transport Breakdown Structure
۷. ساختار شکست هزینه Cost Breakdown Structure



Construction of a House

Control Accounts

1. Internal

1.1 Electrical

- 1.1.1 Rough-in electrical
- 1.1.2 Install the terminal
- 1.1.3 HVAC Equipment

1.2 Plumbing

- 1.2.1 Rough-in plumbing
- 1.2.2 Set plumbing fixtures
- 1.2.3 Test and clean

2. Foundation

2.1 Excavate

- 2.1.1 Pour Concrete
- 2.1.2 Cure & strip forms

2.2 Steel Erection

- 2.2.1 Steel Columns
- 2.2.2 Beams
- 2.2.3 Joist

3. External

3.1 Masonry Work

- 3.1.1 Lay Masonry
- 3.1.2 Install roof drains
- 3.1.3 Install tile
- 3.1.4 Roofing

3.2 Building Finishes

- 3.2.1 Paint Walls
- 3.2.2 Ceiling tile
- 3.2.3 Hang wallpaper
- 3.2.4 Carpet
- 3.2.5 Hardware

Planning Packages

Work Packages

بلوک A



طبقه یک ساختمان



Construction of a House

1. Design

- 1.1 Permits
- 1.2 Drawings

2. Pro-curement

- 2.1 Electrical
- 2.2 Plumbing
- 2.3 HVAC

3. Construction

- 3.1 Interior
- 3.2 Exterior

4. Inspections

- 4.1 Masonry Work
- 4.2 Building Finishes

5. Turnover

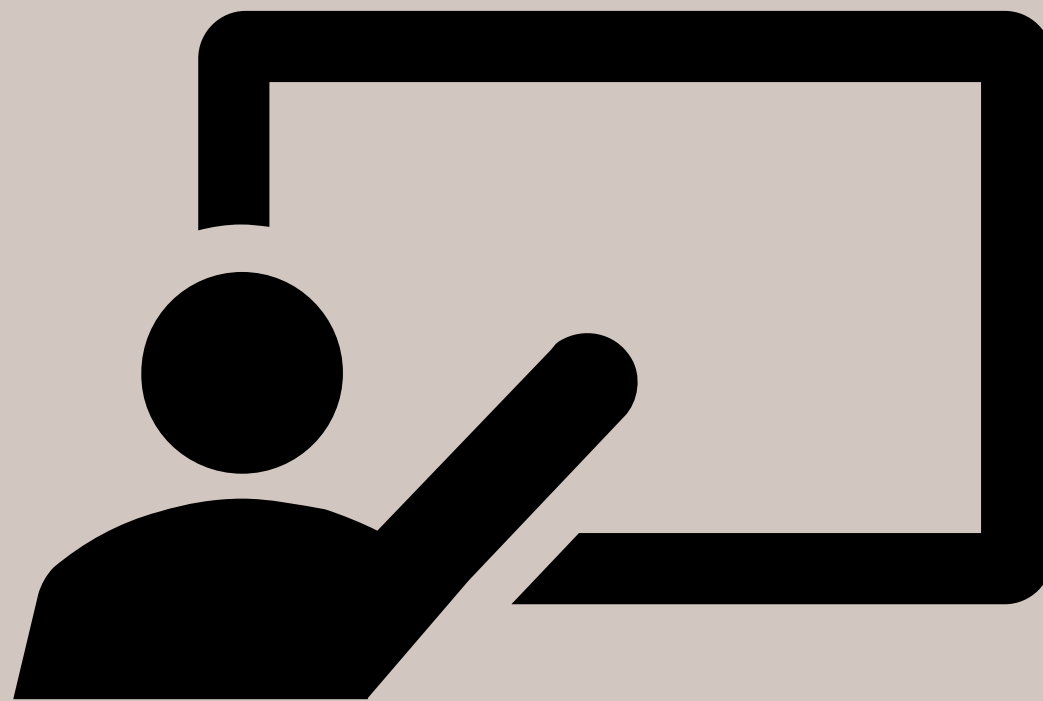
- 5.1 Walk Thru
- 5.2 Closing





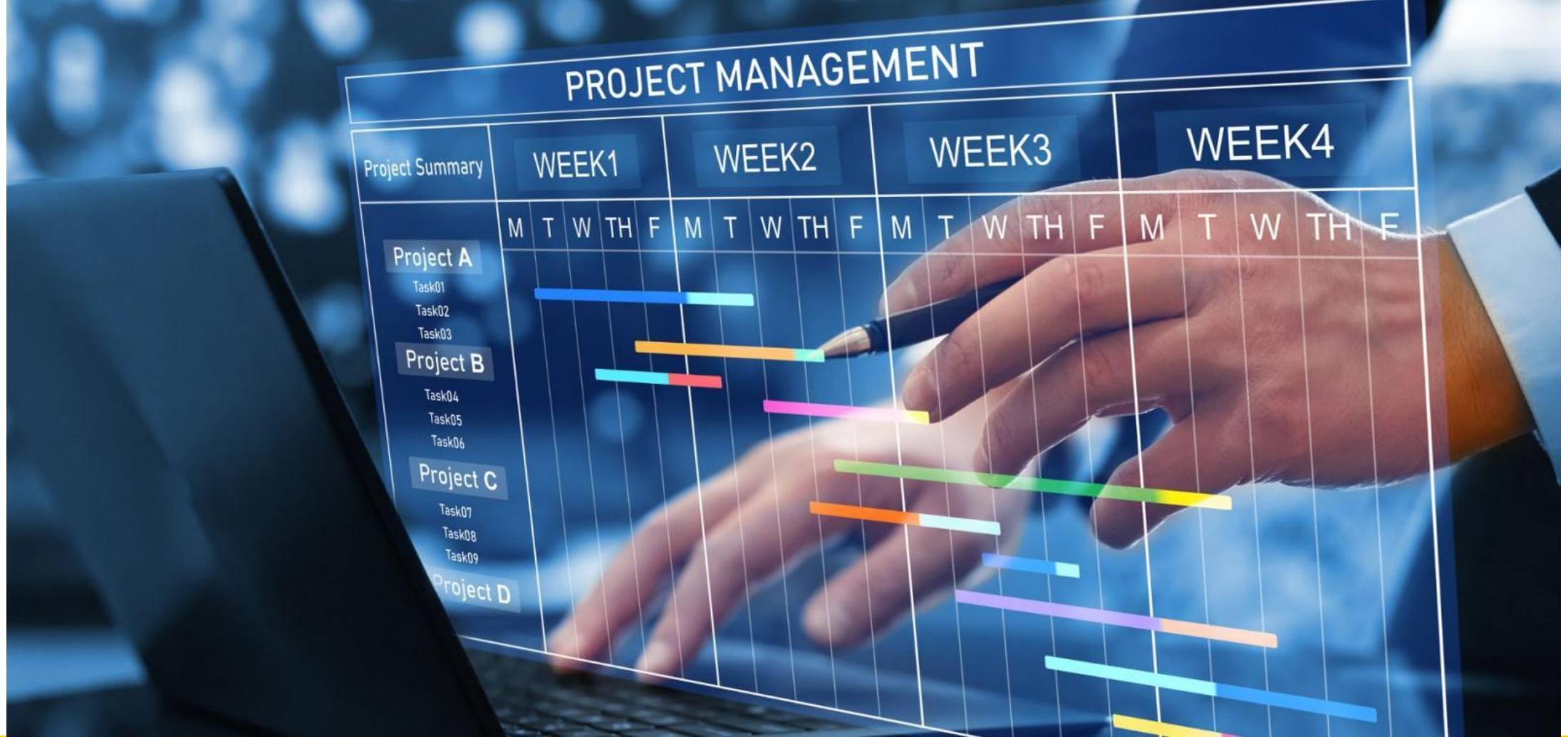
فصل ۵ : ابزارهای نرم‌افزاری برای زمان‌بندی پروژه





ارائه کلاسی

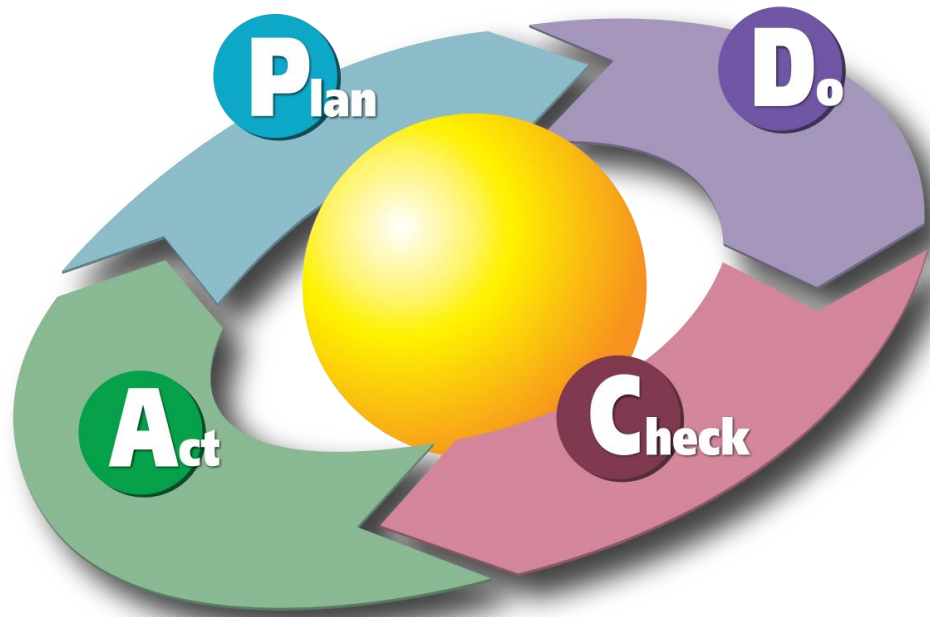




فصل ۶ : کنترل و نظارت بر پیشرفت پروژه



کنترل و نظارت بر پیشرفت پروژه: از برنامه تا عمل



❖ مقدمه: کنترل پروژه، فرآیند "اندازه‌گیری" پیشرفت واقعی و "مقایسه" آن با برنامه از پیش تعیین شده است.

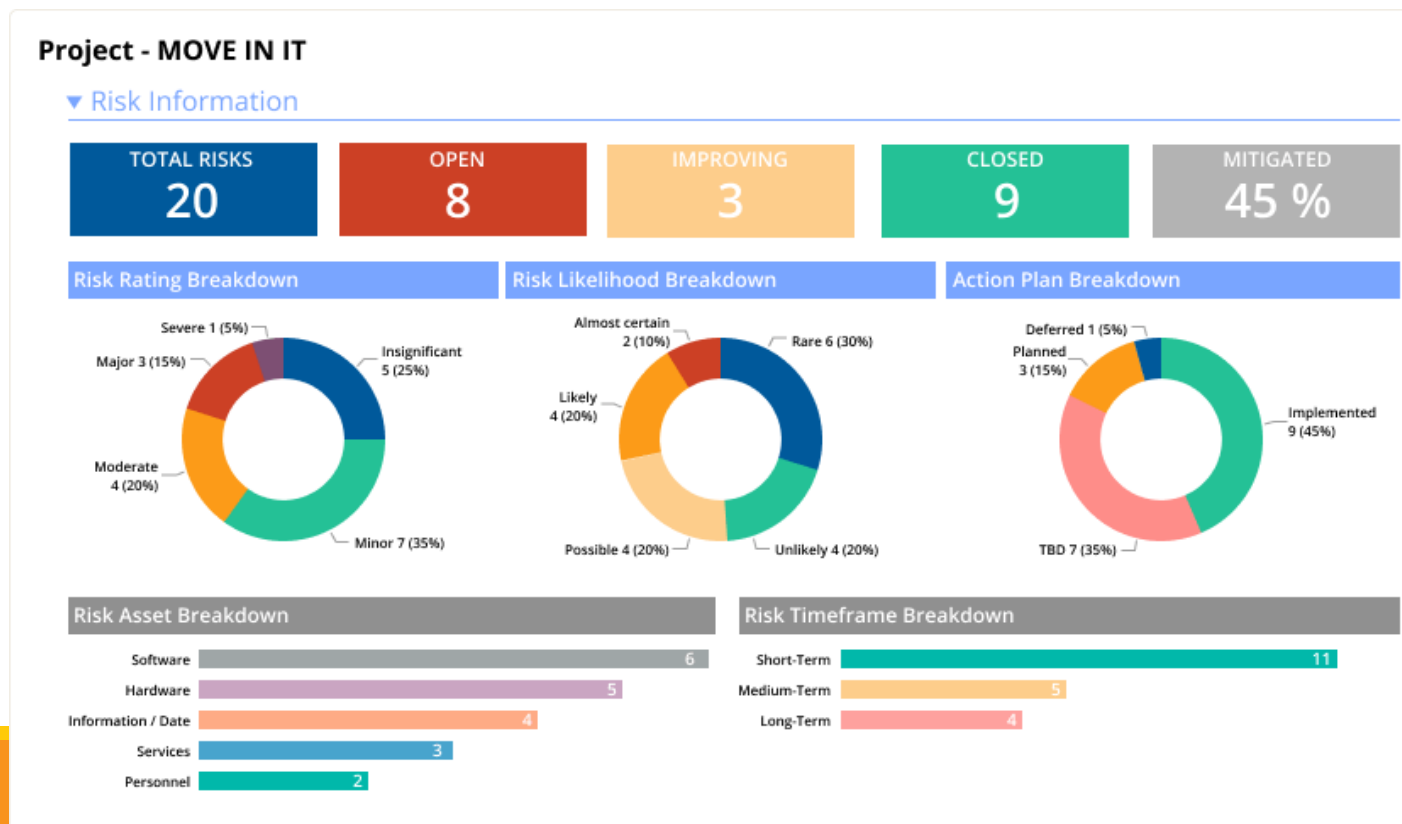
❖ هدف اصلی: شناسایی هرگونه انحراف (Deviation) در مسیر پروژه و انجام اقدامات اصلاحی (Corrective Action) برای بازگرداندن پروژه به مسیر درست.

❖ چرخه کنترل (PDCA): این فرآیند یک چرخه مستمر است.



چه چیزی را اندازه‌گیری کنیم؟ شاخص‌های سلامت پروژه

- ❖ وضعیت برنامه (Schedule Performance): آیا پروژه زودتر، دیرتر یا در زمان برنامه است؟
- ❖ وضعیت هزینه (Cost Performance): آیا پروژه در خط بودجه، زیر خط بودجه یا بالاتر از خط بودجه است؟
- ❖ کیفیت (Quality): آیا خروجی‌ها استانداردهای تعیین شده را دارند؟ (تعداد باگ‌ها، درصد خطا و...)
- ❖ محدوده (Scope): آیا کارها دقیقاً مطابق با محدوده تعریف شده پیش رفته است؟ (کنترل تغییرات)



تحلیل ارزش کسب‌شده (EVM): ترکیب زمان و هزینه

❖ تعریف: EVM یک تکنیک قدرتمند برای سنجش عملکرد پروژه با ادغام سه عنصر کلیدی است:

□ PV Planned Value ارزش کار برنامه‌ریزی شده.

□ AC Actual Cost هزینه واقعی انجام‌شده.

□ EV Earned Value ارزش کار واقعاً انجام‌شده.

❖ شاخص‌های کلیدی:

❖ $CPI = \frac{EV}{AC}$ Cost Performance Index اگر $CPI < 1$ یعنی وضعیت هزینه مطلوب است.

❖ $SPI = \frac{EV}{PV}$ Schedule Performance Index اگر $SPI < 1$ یعنی جلوتر از برنامه هستیم.





TEMPO



ارتباطات: گزارش‌دهی موثر برای تصمیم‌گیری

- ❖ گزارش وضعیت (Status Reports): خلاصه‌ای از پیشرفت، مسائل و ریسک‌ها (معمولاً هفتگی).
- ❖ گزارش پیشرفت (Progress Reports): جزئیات بیشتر درباره فعالیت‌های تکمیل‌شده و در دست انجام.
- ❖ گزارش انحراف (Variance Reports): تمرکز بر روی انحرافات مهم از برنامه پایه (Baseline).
- ❖ جلسات نظارتی: جلسات منظم (مثلاً هفتگی) برای بررسی گزارش‌ها، تصمیم‌گیری و تعیین اقدامات اصلاحی.



بازگرداندن پروژه به مسیر: اقدامات اصلاحی

❖ اقدامات اصلاحی (Corrective Actions): فعالیتهای مشخص برای رفع انحرافات (مثلاً اضافه کردن منابع، افزایش ساعات کاری).

❖ اقدامات پیشگیرانه (Preventive Actions): فعالیتهایی برای جلوگیری از وقوع انحرافات در آینده.

❖ کنترل تغییرات (Change Control): هیچ تغییراتی در محدوده، زمان یا هزینه بدون عبور از یک فرآیند رسمی بررسی و تأیید نباید انجام شود.

❖ بهروزرسانی برنامه پایه (Baseline): در صورت تأیید یک تغییرات اساسی، برنامه پایه ممکن است نیاز به بهروزرسانی داشته باشد.

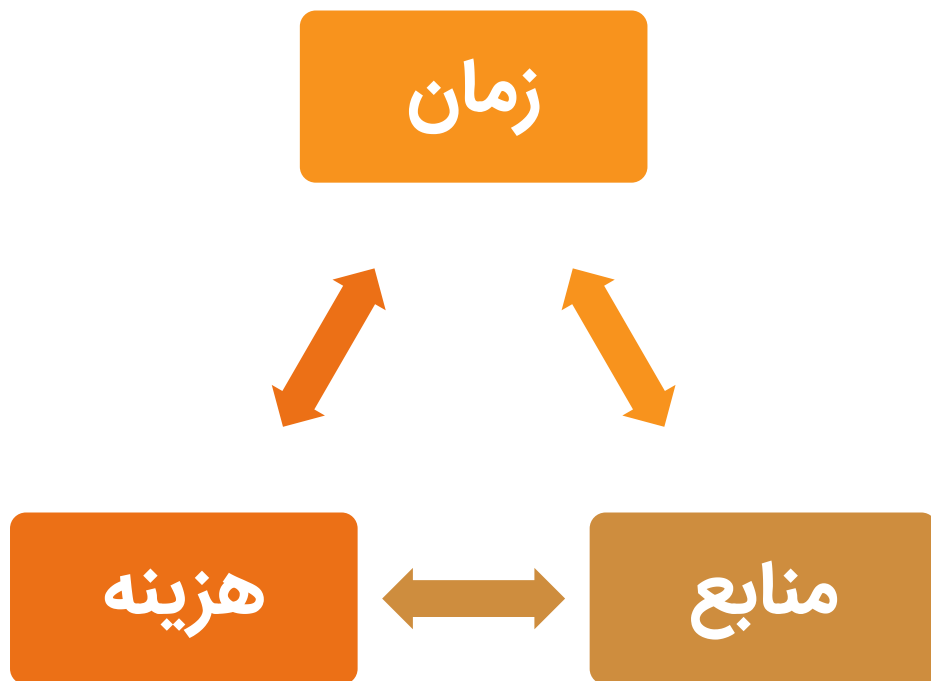




فصل ۷ : مدیریت منابع و هزینه‌ها در زمان‌بندی پروژه

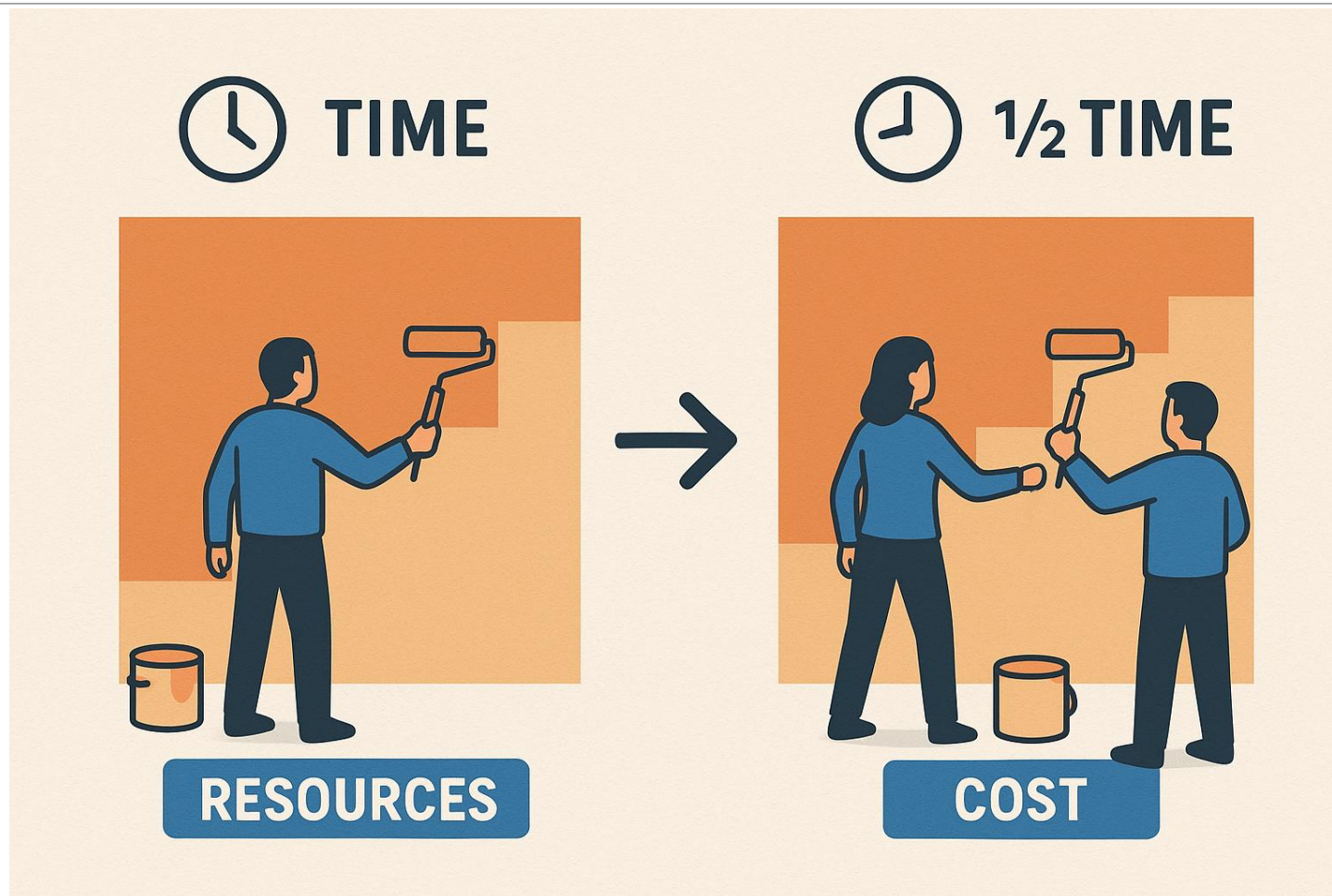


سه ضلعی عملیاتی پروژه: زمان، منابع و هزینه



- **ارتباط ذاتی:** هر فعالیت در برنامه زمان‌بندی به منابع (انسان، تجهیزات، مواد) نیاز دارد و هر منبع، هزینه‌ای را ایجاد می‌کند.
- **هدف این فصل:** چگونه می‌توان منابع را به طور بهینه به فعالیت‌ها تخصیص داد و بودجه‌ای واقع‌بینانه بر اساس زمان‌بندی ایجاد کرد؟
- **چالش اصلی:** "تضاد منابع" (Resource Conflicts) وقتی یک منبع واحد باید همزمان روی دو فعالیت مختلف کار کند.

سه ضلعی عملیاتی پروژه: زمان، منابع و هزینه



بهینه‌سازی مصرف منابع: از اشباع تا تعادل

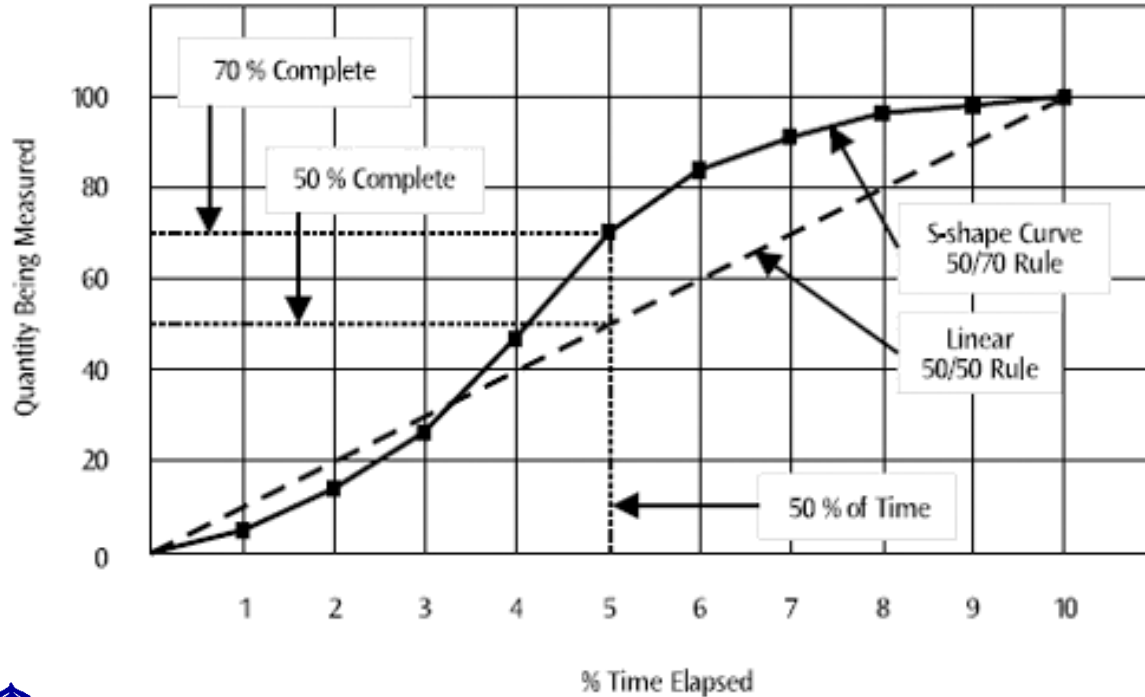


- تخصیص منابع (Resource Allocation): اختصاص منابع خاص به فعالیت‌های خاص در تقویم پروژه.
- برنامه‌ریزی منابع مبتنی بر ظرفیت: نمی‌توان از یک نفر انتظار داشت ۱۶ ساعت در روز کار کند.
- سطح‌بندی منابع (Resource Leveling): تکنیکی برای کاهش پیک‌های مصرف منابع و ایجاد یک الگوی مصرف یکنواخت‌تر، معمولاً با تطبیق تاریخ‌های فعالیت در محدوده شناوری (Float) آن‌ها.
- نتیجه: جلوگیری از خستگی تیم، کارایی بالاتر و هزینه‌های کمتر.



از زمان‌بندی تا بودجه: ایجاد Baseline هزینه

S-Shape Curve



❖ **برآورد هزینه‌ها Cost Estimation:** محاسبه هزینه منابع مورد

نیاز برای هر فعالیت (دستمزد، قیمت مواد، اجاره ماشین‌آلات).

❖ **تجميع هزینه‌ها Cost Aggregation:** جمع کردن هزینه تمام

فعالیت‌ها برای بدست آوردن بودجه کل پروژه.

❖ **ایجاد Baseline هزینه:** Cost Baseline توزیع کل بودجه در

طول زمان پروژه (براساس برنامه زمان‌بندی) که به شکل یک

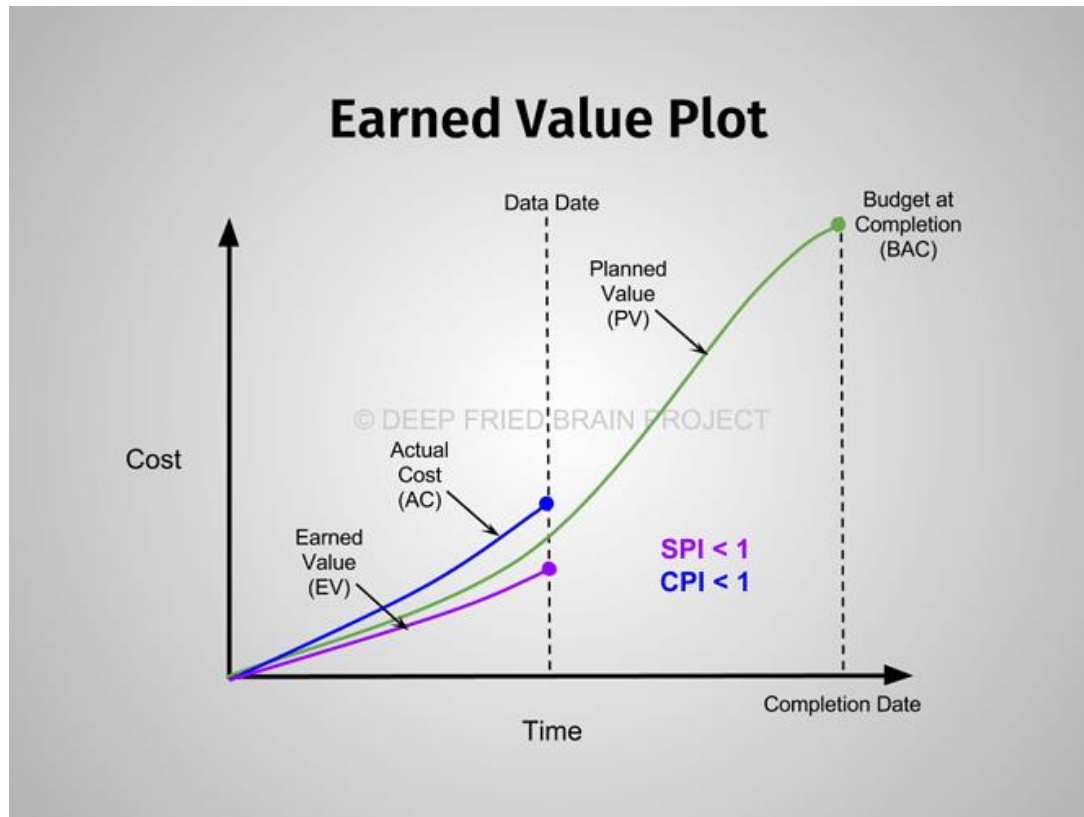
منحنی (S-Curve) نمایش داده می‌شود.

❖ **منحنی S چیست؟:** نموداری که هزینه‌های تجميعی

برنامه‌ریزی‌شده را در طول زمان نشان می‌دهد.



نظارت بر جریان مالی و منابع در حین اجرا



❖ مقایسه مستمر: مقایسه هزینه‌های واقعی با Cost Baseline

❖ تحلیل ارزش کسب‌شده (EVM): استفاده از شاخص‌های CPI

(شاخص عملکرد هزینه) و SPI (شاخص عملکرد زمان) برای

درک وضعیت پروژه

❖ پایش منابع: ردیابی مصرف واقعی منابع در مقابل برنامه (آیا

پیمانکاران طبق برنامه در حال کار هستند؟ آیا مواد اولیه به

موقع رسیده است؟)

❖ هشدارهای اولیه: شناسایی روندهای منفی (مثلاً کاهش مداوم

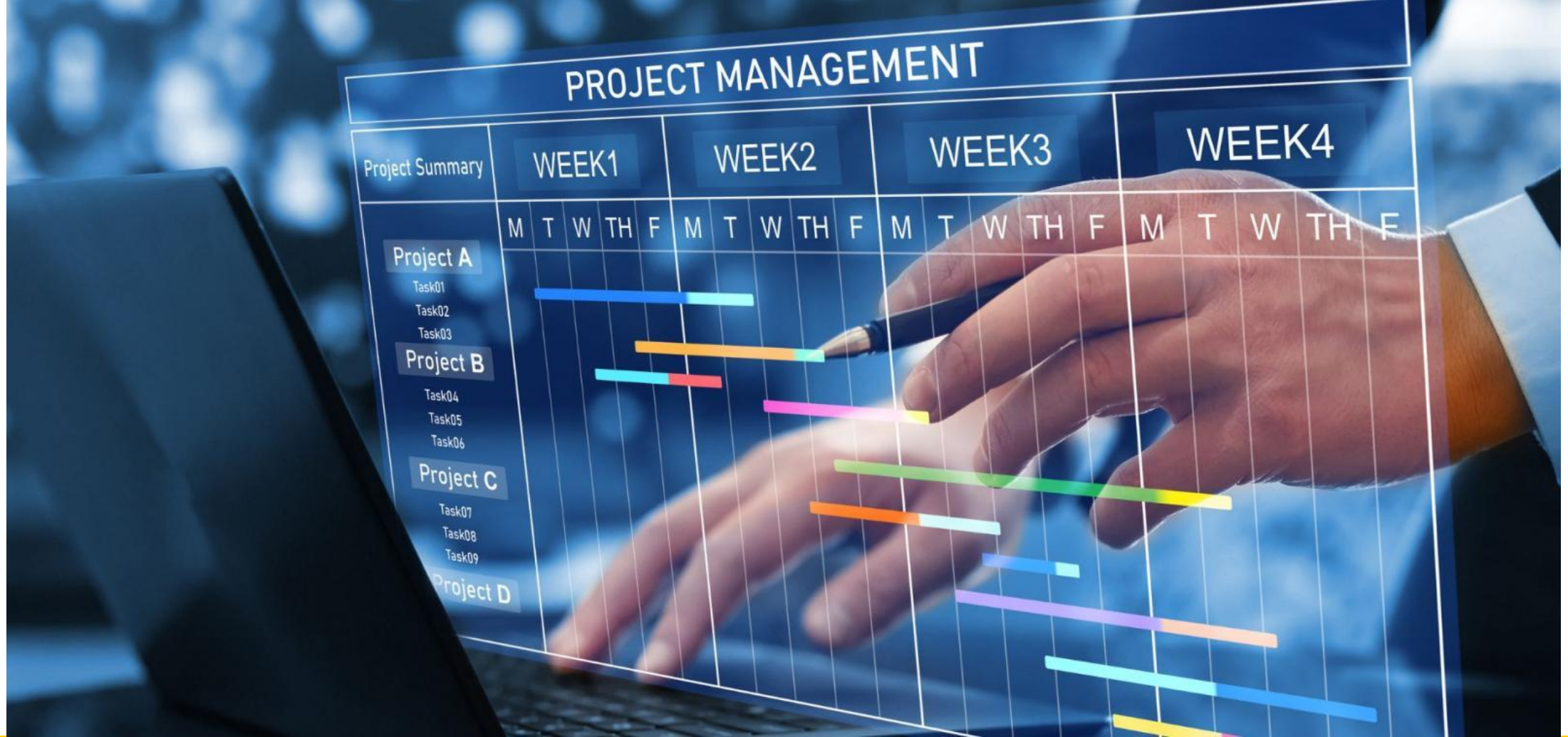
CPI) قبل از تبدیل شدن به یک بحران.



تصمیم‌گیری بر مبنای اعداد: مدیریت ارزش کسب‌شده

- سناریوی تصمیم‌گیری:
 - وضعیت: $CPI = 0.8$ و $SPI = 1.1$ پروژه کمتر از برنامه هزینه داده اما سریع‌تر از برنامه پیش رفته؟!
 - تفسیر درست: این وضعیت خطرناک است! احتمالاً پروژه سریع پیش نرفته، بلکه ارزش کمتری کسب کرده (فعالیت‌های کم‌هزینه را زودتر انجام داده) و در عین حال در فعالیت‌های پرهزینه عقب است.
- پیش‌بینی (Forecasting):
 - تخمین $Upon\ Completion\ (EAC)$: پیش‌بینی هزینه کل پروژه در زمان تکمیل چقدر خواهد بود؟
 - فرمول ساده: $EAC = \text{بودجه اولیه} / CPI$
- جمع‌بندی: EVM به ما نمی‌گوید "چه مشکلی وجود دارد"، بلکه به ما هشدار می‌دهد که یک مشکل وجود دارد و باید به دنبال ریشه آن بگردیم.





فصل ۸ : مدیریت ریسک در زمان بندی پروژه



ریسک: دشمن نامرئی زمان بندی

چرا زمان بندی بدون مدیریت ریسک شکست می خورد؟



- **تعریف ریسک پروژه:** هر رویداد یا شرایط غیرقطعی که در صورت وقوع، بر یک یا چند هدف پروژه (مانند زمان) اثر منفی یا مثبت می گذارد.
- **رابطه مستقیم:** ریسک ها بزرگترین عامل ایجاد تأخیرهای غیرمنتظره و شکست برنامه زمان بندی هستند.
- **هدف:** پیش گیری از تأثیر ریسک ها بر زمان بندی، نه واکنش به آنها پس از وقوع.
- **فرآیند:** مدیریت ریسک یک فرآیند سیستماتیک است: شناسایی -> تحلیل -> پاسخ گویی -> پایش.



شناسایی ریسک‌های موثر بر زمان‌بندی ریسک‌های زمان‌بندی را چگونه پیدا کنیم؟

- منابع رایج ریسک‌های زمان‌بندی:
- **فنی:** پیچیدگی کار، فناوری جدید.
- **مدیریتی:** تخمین نادرست مدت فعالیت‌ها، تخصیص نامناسب منابع.
- **خارجی:** تاخیر در صدور مجوزها، شرایط آب‌وهوایی، عملکرد تامین‌کنندگان.
- **سازمانی:** تغییرات محدوده، اولویت‌بندی‌های متعارض.
- تکنیک‌های شناسایی:
- طوفان فکری Brainstorming،
- تجربیات گذشته Lessons Learned،
- تحلیل فرضیات.
- خروجی: ثبت ریسک Risk Register اولیه.



انواع ریسک



تحلیل ریسک: اولویت‌بندی تهدیدات زمان‌بندی کدام ریسک‌ها اولویت بیشتری دارند؟

- **تحلیل کیفی:** ارزیابی احتمال وقوع و تاثیر هر ریسک بر مدت پروژه. اولویت‌بندی بر اساس ماتریس احتمال-تاثیر.
- **تحلیل کمی (برای ریسک‌های بحرانی):**
- تحلیل Monte Carlo با استفاده از نرم‌افزار (مانند Primavera Risk Analysis) برای شبیه‌سازی هزاران حالت ممکن و محاسبه:
 - احتمال تکمیل پروژه در تاریخ مشخص.
 - ذخیره زمان احتمالی (Probabilistic Time Reserve) مورد نیاز.
- **تحلیل مسیر بحرانی احتمالی:** کدام مسیر با احتمال بیشتری بحرانی می‌شود؟



برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک‌های زمان‌بندی راه‌حل‌های ما برای مقابله با ریسک‌ها چیست؟

- استراتژی‌های پاسخ به ریسک‌های منفی (تهدیدات):
 - ۱) اجتناب (Avoid) تغییر برنامه برای حذف ریسک.
 - ۲) انتقال (Transfer) واگذاری عواقب (مثلاً با پیمان ثابت قیمت).
 - ۳) فروکاست (Reduce) کاهش احتمال یا تاثیر (مثلاً استخدام پیمانکار با سابقه قوی).
 - ۴) پذیرش (Accept) آماده‌سازی ذخیره اضطراری زمان (Contingency Reserve).
- ذخیره اضطراری زمان (Contingency Reserve) زمان بافر محاسبه شده (مثلاً از طریق تحلیل مونت کارلو) که به مدت فعالیت‌ها یا کل پروژه اضافه می‌شود تا ریسک‌های باقیمانده را پوشش دهد.



برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک‌های زمان‌بندی راه‌حل‌های ما برای مقابله با ریسک‌ها چیست؟

- استراتژی‌های پاسخ به ریسک‌های منفی (تهدیدات):
 - ۱) اجتناب (Avoid) تغییر برنامه برای حذف ریسک.
 - ۲) انتقال (Transfer) واگذاری عواقب (مثلاً با پیمان ثابت‌قیمت).
 - ۳) فروکاست (Reduce) کاهش احتمال یا تاثیر (مثلاً استخدام پیمانکار با سابقه قوی).
 - ۴) پذیرش (Accept) آماده‌سازی ذخیره اضطراری زمان (Contingency Reserve).
- ذخیره اضطراری زمان (Contingency Reserve) زمان بافر محاسبه‌شده (مثلاً از طریق تحلیل مونت کارلو) که به مدت فعالیت‌ها یا کل پروژه اضافه می‌شود تا ریسک‌های باقیمانده را پوشش دهد.



راهبردهای کاهش ریسک

Risk mitigation strategies

Four basic ways how to treat the risk

Accept

Hope it doesn't happen



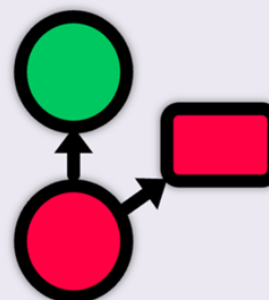
Avoid

Cancel the source of the risk



Transfer

Move risk to someone else



Reduce

Decrease probability or impact



پایش و کنترل ریسک‌ها در طول اجرا

مدیریت ریسک یک فرآیند مستمر است.

- بازنگری دوره‌ای ریسک‌ها: ریسک‌های جدید شناسایی و اولویت‌های قدیمی بازنگری می‌شوند.
- ردیگری پاسخ‌ها: آیا اقدامات کاهشی موثر بوده‌اند؟
- مدیریت ذخیره اضطراری: ذخیره زمان مصرف‌شده باید ردیابی و با علل مصرف مقایسه شود.
این کار شفافیت ایجاد می‌کند.
- خروجی به کنترل پروژه: ریسک‌های تحقق‌یافته به مسائل تبدیل و از طریق فرآیند کنترل پروژه مدیریت می‌شوند.



«با سپاس از توجه شما»



جزوه آموزشی کنترل و زمان بندی پروژه Project Management and Scheduling

مدرس: دکتر محمد میلاد احمدی



دکتر محمد میلاد احمدی
<https://mmiladahmadi.ir/>