



## برآورد پروژه ها

### مقدمه

شرکت های پروژه محور برای بقا و رشد به پروژه وابسته هستند و برای این که پروژه ای داشته باشند، باید با قیمت مناسب در مناقصه برنده شوند. برای نهایی شدن قیمت مناقصه تصمیم های زیادی باید گرفته شود. تصمیم گیری در باره روش برآورد، حاشیه سود مناسب یا ضریب بالاسری، مصداقی از تصمیم ها است. یکی از این تصمیم ها، انتخاب روش برآورد است. روشهای برآورد در هر شرکتی بسته به، تجربه، تعداد، نوع، حجم و قیمت مناقصات، مسئولین سازمان برآورد، اعضای تیم برآورد و ... متفاوت هستند و شرکت ها باید با توجه به عوامل پیش گفته، روش یا روش های برآورد مناسب را انتخاب کنند. هدف اصلی، برآوردی منطقی، نسبتاً دقیق و قابل اتکا است تا شرکت پس از پذیرفتن پروژه برای اجرای آن مشکلات جدی نداشته باشد. در شرایط کنونی که از تعداد مناقصه ها کاسته شده و میزان شرکت کنندگان در مناقصه ها بطرز عجیبی افزایش یافته، دست یابی به قیمتی که هم قابلیت رقابت و هم قابلیت اجرا داشته باشد به مراتب سخت تر شده است. شرکت های پیمانکاری از یک طرف باید کیفیت تیم برآورد را افزایش دهند و از طرف دیگر ساختار سازمانی خود را بگونه ای تعریف کنند که اجرای کار با حداقل هزینه بالاسری ممکن شود. البته در برخی مناقصات، پیمانکاران با فرصت طلبی<sup>1</sup> در مناقصه شرکت می کنند. در این حالت، هدف برنده شدن در مناقصه است و دقت تحت الشعاع آن قرار می گیرد. این موضوع با همه اهمیتی که دارد، در نوشته حاضر بررسی نمی شود. امیدوارم فرصتی فراهم شود تا در مقاله ای دیگر به این موضوع با تفصیل بپردازم.

یحیی پور  
۹۴/۱۰/۱۹

---

<sup>1</sup> فرصت طلبی در مناقصه به حالتی اطلاق می گردد که پیمانکار در زمان تسلیم پاکت ها، قیمت پایینی را که می داند قابل اجرا نیست، پیشنهاد می دهد تا برنده مناقصه شود. هدف، پس گرفتن مبلغی از تفاوت پیشنهاد نفر دوم با پیشنهاد خودش است. این که پیمانکار چه مبلغی را در حین انجام پروژه می تواند با دعوی باز پس گیرد، تابعی از شرایط پروژه است. در مقابل کارفرما نیز که از فرصت طلبی اولیه پیمانکار منتفع شده است، اقدام به چانه زنی و مذاکره با پیمانکار می کند. معمولاً در نهایت تعادلی به دست می آید و دعوی حل میگردد و کار به دادگاه نمی رسد. برای اطلاع بیشتر در این مورد به مقاله « نظریه بازی فرصت طلبی اقتصادی در مناقصه و کاربرد موردی آن در ایران » نوشته قهرمان عبدلی و علی خیر اندیش در فصلنامه پژوهش های اقتصادی / سال چهاردهم / شماره ۴۳ / تابستان ۱۳۸۹ / ص ۱۴۰-۱۱۱ مراجعه فرمایید.

## تعاریف

**متره:** متره عبارت است از محاسبه و اندازه گیری مقدار مصالح مورد نیاز برای اجرای یک پروژه ، یا محاسبه مقدار مصالحی که در پروژه به کار رفته و مصرف شده است.

**برآورد:** اگر میزان منابع و زمان لازم با توجه به واحد ها برای انجام مقادیری که در قسمت متره بدست آمده، قیمت گذاری گردد، برآورد قیمت پروژه نامیده می شود. برآورد قیمت، فرآیندی مداوم و پویا است. برآورد قبل از اجرای پروژه برای مشخص کردن بودجه پروژه و در حین اجرا یا پایان پروژه برای مشخص کردن قیمت تمام شده، صورت می گیرد.

## مراحل برآورد

### • آمادگی برای برآورد:

برای آمادگی، در درجه نخست باید رویکرد **Approach** برآورد تدوین گردد که شامل شناسایی فعالیت ها، موانع و فرض ها، تعیین تکنیک های برآورد، تکمیل تیم برآورد و ... است .

### • انجام برآورد:

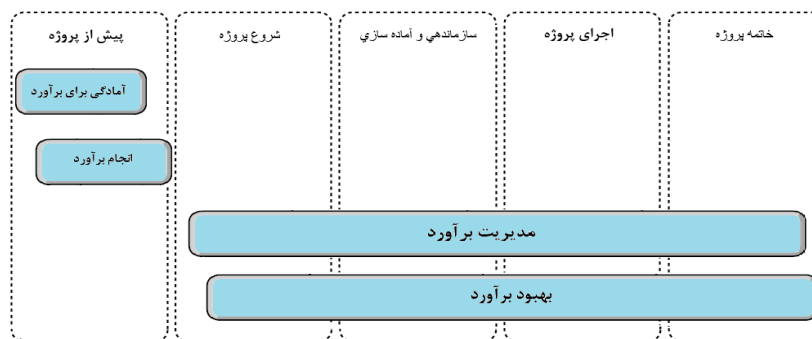
در این مرحله منابع ، مدت و هزینه های انجام پروژه برآورد می شوند.

### • مدیریت برآورد:

وقتی برآورد اولیه انجام شد و توسط مدیریت ارشد تصویب و کار پروژه آغاز گردید. مدیریت برآورد بر اساس کنترل تغییرات، دقیق تر شدن پیش بینی ها و مقایسه واقعیت با خطوط مبنای زمان و هزینه، شروع خواهد شد.

### • بهبود برآورد:

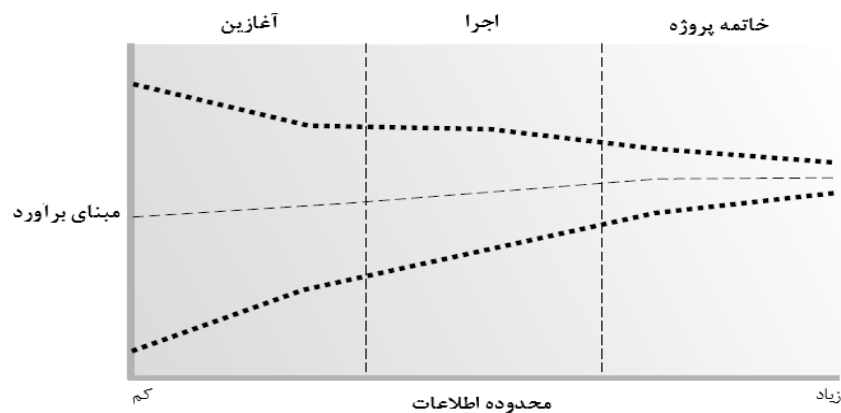
با پیشرفت و اعمال درس آموخته های پروژه و دقیق تر شدن مدل ها بر پایه مقادیر واقعی و برقراری چک لیست ها، بهبود را می توان در دو سطح برآورد و پروژه اعمال کرد. شکل زیر هم پوشانی های مراحل برآورد و چرخه حیات پروژه را نشان می دهد. برای مثال برآورد در فاز شروع پروژه، می تواند معیاری تلقی شود، که پروژه ادامه یابد یا تحلیل هزینه و فایده انجام شود.



ارتباط مراحل برآورد و پروژه

## دقت برآورد

برآورد پروژه فرآیندی پیوسته و دائمی است و باید با اتخاذ ساختار مناسب در تمام طول حیات پروژه ادامه یابد. تمام برآورد ها با فرضیه ها، عدم قطعیت و ریسک همراه هستند. در ابتدای کار سطح اطمینان برآورد پایین است. با تکمیل اطلاعات در طول حیات پروژه، برآورد بطور مستمر پالایش و به تدریج دقیق تر می شود. شکل زیر نشان می دهد که پروژه ها در اوایل حیات به اطلاعات محدودی دسترسی دارند که به کاهش اطمینان و دقت برآورد می انجامد. با ارتقا برنامه ریزی، تکمیل ساختار شکست کار و در دسترس قرار گرفتن اطلاعات بیشتر در خصوص الزام ها و فعالیت های پروژه، برآورد به دقت و اطمینان بالاتری دست می یابد. به عنوان مثال اگر برآوردی در ابتدا با ۲۰٪ تقریب روبرو باشد، در حین اجرا این تقریب می تواند کوچکتر شود و به ۵٪ برسد.



دقیق شدن برآورد در طول حیات پروژه

## علل انحراف برآورد

خط مبنای برآورد، برنامه تایید شده پروژه، به اضافه یا منهای تغییرات مصوب است و پروژه با آن کنترل می شود. انحراف بین مقدار واقعی و برآوردی هزینه، منابع و زمان در طول حیات پروژه علل مختلفی دارد و لازم است که برای هر پروژه و در هر مرحله بصورت شفاف بررسی، مشخص و مستند گردد. PMI علت های انحراف را بر اساس چهار علت، که در اغلب پروژه ها مشترک هستند، مورد توجه قرار داده است:

### • تکامل الزام ها

خط مبنای برآورد با نگاهی کلی و سطح بالا به محدوده و اطلاعات اولیه و فرض ها ایجاد می شود. با پیشرفت چرخه حیات پروژه به تدریج محدوده کار با جزییات تفصیلی دقیق تر خواهد شد. این جزییات ممکن است اعتبار فرض های اولیه را مخدوش کند. در مواردی که محدوده پروژه آسان تر یا دشوارتر از فرض اولیه باشد معمولاً زمان بندی، منابع و هزینه پروژه تغییر می کند.

#### • درخواست تغییرات

با پیشرفت پروژه، کارفرما ممکن است تغییراتی را در زمان بندی یا محدوده اولیه الزام کند. تغییرات مورد نظر کارفرما فقط پس از آن که توسط مدیریت ارشد سازمان یا کمیته کنترل تغییرات تصویب شد، به عنوان محدوده جدید پروژه شناخته می شود و ممکن است بر هزینه و زمان پروژه اثر جدی داشته باشد. در چنین حالتی لازم است که خط مبنا با لحاظ کردن تغییرات جدید بروز شود. در غیر اینصورت افزایش یا کاهش هزینه و زمان بصورت انحراف نشان داده خواهد شد.

#### • مشکلات اجرایی

در ایجاد خط مبنا، فرض هایی در خصوص منابع، واحد های هزینه و زمان لازم در نظر گرفته می شود که با پیشرفت پروژه احتمال تغییر دارد. برای مثال یک منبع یا مصالح با هزینه معین فرض شده در عمل می تواند گرانتر یا ارزان تر تمام شود.

#### • برآورد ناقص

بدلیل عدم قطعیت ذاتی و پیچیدگی پروژه ها، غفلت یا از قلم افتادن برخی فعالیت ها، اشتباه در محاسبات، داده های غیر دقیق، فقدان دانش تیم در خصوص محدوده پروژه، زمان ناکافی و ... دلایل برآورد ناقص محسوب می شوند.

#### فرآیند های برآورد

در فرآیند برآورد پروژه، سه عامل اصلی وجود دارد:

#### • برآورد منابع فعالیت :

تخمین منابع لازم با توجه به نوع و کمیت مواد، افراد و تجهیزات برای اجرای فعالیت است.

#### • برآورد مدت زمان فعالیت :

تعیین تعداد دوره های کاری مورد نیاز ، برای تکمیل فعالیت هایی که منابع آن ها برآورد شده است.

#### • برآورد هزینه ها :

فرآیند تعیین تقریبی منابع مالی لازم برای تکمیل فعالیت های پروژه است.

برآورد پروژه بخشی از فرآیند مدیریت است که در ابتدای چرخه حیات پروژه انجام می شود. هرچند به لحاظ زمانی و سطح تلاش جز کوچکی از پروژه محسوب می شود، اما بخش کلیدی و مهم برای برنامه ریزی و اجرای موفق پروژه است.

## خصوصیات برآورد خوب

برآورد خوب چند ویژگی رایج دارد که PMI در کتاب Practice Standard for Project Estimating به نقل از The Theory and Practice of Cost Estimating for Major Acquisition در جدول زیر مستند نموده است.

ویژگی	شرح
شناخت شفاف فعالیت ها	شرح فعالیت ها، دستورات عمل های برآورد، فرضیه ها، و ویژگیهای فنی و عملکردی اسناد، شرایط و محدودیت ها باید برای برآورد کننده ها به وضوح شناسایی شوند، تا اطمینان حاصل شود که آمادگی برای برآورد خوب وجود دارد.
مشارکت در آماده سازی برآورد	برای تعریف نیازمندی های کار، پارامتر ها و دیگر خصوصیات، تمام اعضای تیم برآورد باید در تصمیم گیری دخالت داشته باشند. میزان دقت، جامعیت و اعتماد پذیری داده ها باید بصورت مستقل سنجیده شود.
جمع آوری داده های معتبر	از داده های پیشین پروژه های مرتبط، برای تخمین هزینه های پروژه فعلی استفاده گردد.
ساختار استاندارد برای برآورد	با تکمیل تر شدن برآوردهای هزینه و شناخته تر شدن محدوده پروژه، باید از ساختار شکست کار تفصیلی استفاده شود و این ساختار به مرور اصلاح گردد. ساختار شکست کار این اطمینان را می دهد که هیچ بخشی از برآورد نادیده گرفته نخواهد شد و مقایسه با سایر پروژه های مشابه آسانتر می شود.
در نظر گرفتن عدم قطعیت ها	عدم قطعیت ها شناسایی و برنامه های احتیاطی در نظر گرفته شود تا بدین ترتیب اثرات هزینه ریسک های شناخته شده در بودجه لحاظ گردد و اندوخته ای برای ریسک های شناسایی نشده در نظر گرفته شود.
در نظر گرفتن تورم	برآورد کننده باید اطمینان یابد که تغییرات اقتصادی نظیر تورم به درستی و بصورت واقعی در نظر گرفته می شود.
تشخیص هزینه ها	همه هزینه های مربوط به کار باید در برآورد لحاظ گردد و هر هزینه ای که در نظر گرفته نمی شود باید دلیلی شفاف برای آن وجود داشته باشد.
بررسی مستقل برآورد	به منظور ایجاد اطمینان، یک بررسی مستقل از برآورد ضروری است. فردی که بصورت مستقل برآورد ها را بررسی می کند باید برآورد را تایید، اصلاح و تصحیح نماید تا از منطقی بودن، جامعیت داشتن و یکپارچگی آن اطمینان پیدا کند.
تجدید نظر در برآورد در صورت تغییر در پروژه	به منظور منعکس کردن تغییرات ایجاد شده در پروژه، برآوردها باید بروز رسانی شود. تغییراتی که بر روی هزینه ها اثر می گذارند ممکن است بر تصمیم های پروژه موثر باشند.

## نقش های کلیدی در برآورد

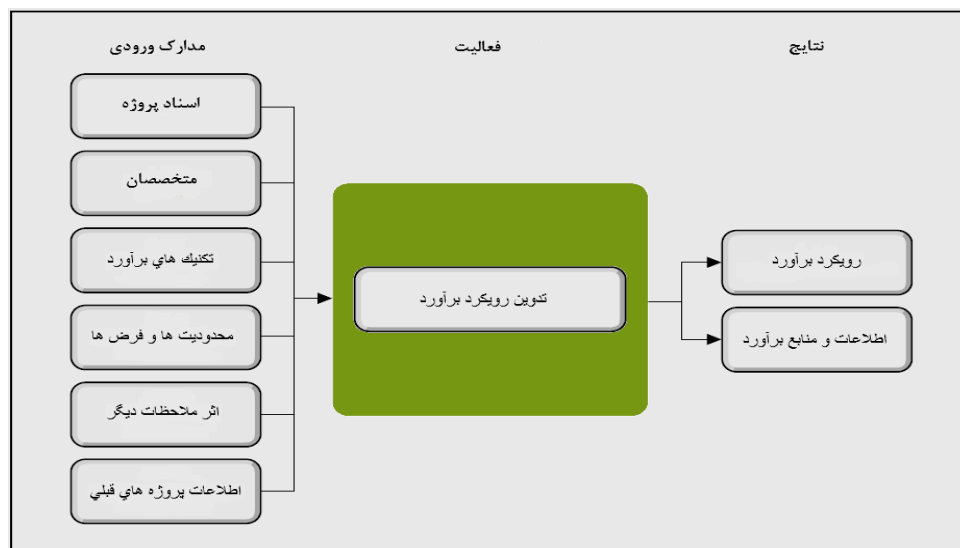
چند نقش و مسئولیت کلیدی که در برآورد موثرند در جدول زیر تشریح شده اند. نکته مهم آن است که افراد از نقش و مسئولیت خود در برآورد آگاه باشند.

نقش	شرح	مسئولیت
مدیر عامل	تصویب کننده نهایی	تصویب نهایی برآورد
مدیر برآورد	مسئول برآورد	تایید برنامه و مستند سازی رویکرد برآورد تصویب تکنیک برآورد بازنگری و تجدید نظر برآورد در صورت نیاز تایید ریسکهای برآورد تایید منابع لازم برای برآورد
مسئول برآورد	مدیریت فعالیت های جاری	مستند سازی فعالیت ها شناسایی و مستند سازی ریسک های برآورد هماهنگ سازی و هدایت تیم های متره و برآورد تخصیص منابع به اعضای تیم برای انجام برآورد تجمیع برآورد
اعضای تیم متره	تعیین احجام	بررسی نقشه ها و شرح کارها بصورت تخصصی و تفصیلی
اعضای تیم برآورد	تعیین منابع و قیمت گذاری	تعیین منابع لازم برای هر سطحی از فعالیت ها و قیمت گذاری احجام

## ۱- آمادگی برای برآورد

### ۱-۱ برنامه ریزی

در فرآیند آمادگی، اولین گام، برنامه ریزی انجام برآورد است. در این برنامه، نظیر هر برنامه دیگری در سطح کلی، باید منابع، زمان و هزینه مورد نیاز برای انجام برآورد پیش بینی شود. در برنامه تفصیلی، علاوه بر موارد پیش گفته شناسایی ریسک ها و پاسخ به آن، شناسایی ذی نفعان مهم، نقاط Milestones کنترل پیشرفت برآورد، فرآیند بهبود برآورد و ... هم لازم است.



### آمادگی برای برآورد

### ۱-۲ جمع آوری مدارک

- اسناد پروژه  
برای این که تیم برآورد درک روشنی از پروژه پیدا کند، گرد آوری تمام اطلاعات پروژه لازم است تا محدوده پروژه مستند گردد.
- محدودیت ها و فرض ها  
شناسایی فرض ها و محدودیت های پروژه این امکان را فراهم می آورد که درک مناسبی از انعطاف پذیری الزام ها پدید آید. به عنوان مثال لازم است مشخص گردد که از بین محدوده، زمان و هزینه کدام یک امکان تغییر ندارند.

- تکنیک های برآورد
- مدیر برآورد باید با کمک و همفکری اعضای تیم برآورد، تکنیک مناسب را با توجه به شرایط و کیفیت اسناد انتخاب کند.
- اطلاعات پروژه های قبلی
- اطلاعات پروژه های مشابه، در همه تکنیک ها مبنایی برای مقایسه هستند و در تکنیک های آنالوگ عنصر اصلی تعیین قیمت محسوب می شوند.
- متخصصان
- استفاده از دانش و تجربه متخصصان به دقت کار کمک می کند و اطمینان خاطر از برآورد را افزایش می دهد. متخصصان لزومی ندارد که حتماً عضو شرکت باشند.

### ۱-۳ نتایج

آمادگی برای برآورد، دو نتیجه اصلی دارد:

- تدوین رویکرد Approach برآورد
- سندی است که چگونگی و رویکرد برآورد، شامل تکنیک های مورد استفاده، فرض ها، محدودیت ها، هزینه، منابع، مدت فعالیت ها در آن مدون و مستند می شود. رویکرد برآورد بر اساس اطلاعات زیر ایجاد می شود.

- ✓ محدوده پروژه
- ✓ سرمایه های فرآیندی سازمان
- ✓ فرض ها و محدودیت های پروژه
- ✓ تکنیک های برآورد
- ✓ منابع مورد نیاز برای برآورد
- ✓ سطح اعتماد به برآورد
- ✓ برنامه ریزی اندوخته احتیاطی در پروژه
- ✓ ارزیابی ریسک های پروژه
- ✓ فرآیند های مدیریت و نظارت برآورد
- ✓ فرآیند های بهبود برآورد

#### • اطلاعات و منابع برآورد

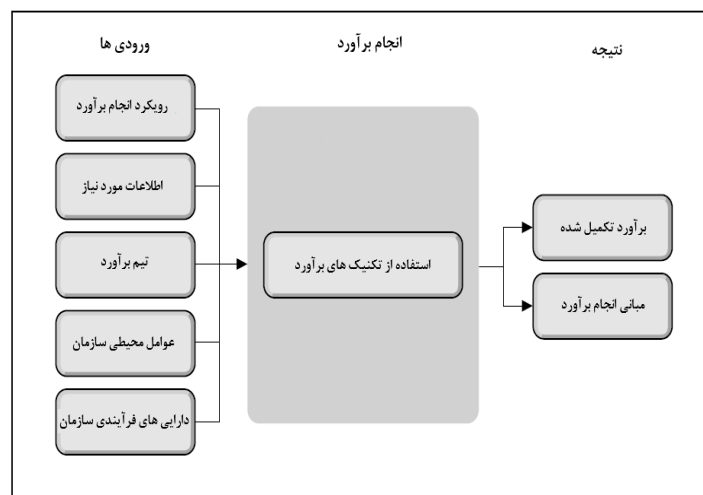
در انتهای مرحله آمادگی، لیست و حجم اطلاعات و منابعی که در مرحله انجام برآورد لازم هستند، مشخص می شود.



## ۲- انجام برآورد

برای اجرای برآورد ضروری است که ورودی های مناسب در دسترس باشند. برآورد ها بصورت ذاتی تقریبی هستند و سطح اطمینان از برآورد بستگی به کیفیت و جزئیات اسناد پروژه دارد. برای انجام برآورد باید مستندات برنامه ریزی و سایر الزام های مورد نیاز را جمع آوری کرد تا پس از آن با استفاده از تکنیک های مناسب، قیمت، مدت زمان و منابع لازم برای پروژه برآورد گردد. مهمترین مواردی که مورد نیاز هستند عبارتند از:

- سند رویکرد برآورد
- سندی است که رویکرد Approach برآورد ، در آن مشخص شده است.
- اطلاعات و اسناد مناقصه یا پروژه
- اگر اسناد مورد بررسی از دقت برخوردار باشند و شرح کارکامل تری داشته باشند، امکان استفاده از تکنیک های دقیق فراهم تر می شود.
- برآورد کننده ها
- هر چه اعضای تیم برآورد کننده خبره تر باشند برآورد قابل اتکاتر و مطمئن تر خواهد بود. اگر پرسنل ارشد نظیر مدیر پروژه، رئیس کارگاه، مدیر دفتر فنی، مدیر برنامه ریزی و ... در فرآیند برآورد مشارکت داشته باشند، احتمال دست یابی به برآورد مناسب و قابل اجرا بیشتر خواهد شد و از تعارض های زمان اجرا کم خواهد کرد. در صورتی که نتوان این ترکیب ایده آل را انتخاب کرد ، مشارکت مدیر پروژه در برآورد ، برای آینده پروژه، حائز اهمیت است.
- عوامل محیطی و دارایی های فرآیندی سازمان
- هر سازمانی در طول حیات و بتدریج با شرکت در مناقصه های متعدد ، بتدریج میزانی از بلوغ و پختگی در برآورد را بدست می آورد. مهم ترین عامل، فرآیند مستند سازی برآورد ها است. هر چه روند مستند سازی در سازمان دقیقتر باشد ، انباشت تجربه کاملتر خواهد بود.



فرآیند انجام برآورد

## ۲-۱ روشهای متداول برآورد

قبل از ورود به بحث روشهای برآورد ذکر این نکته لازم است که این تقسیم بندیها و یا نام گذاری فقط به منظور وضوح و تصریح معایب و محاسن روش ها است و در واقعیت، بندرت پیش می آید که یک روش به عنوان تنها روش مناسب انتخاب گردد. در اغلب قریب به اتفاق برآورد ها، معمولاً ترکیبی از روشها، استفاده می شود.<sup>۱</sup>

### ۲-۱-۱ روش متره احجام از پایین به بالا Bottom-up Estimating

در مواردی که اسناد مناقصه از دقت کافی برخوردار و تیم برآورد وقت کافی در اختیار داشته باشد، این روش دقیق ترین و قابل اطمینان ترین روش ها است. در این روش، حجم هر بسته کاری با بیشترین تفصیل متره می گردد و سپس، احجام تا سطوح بالاتر جمع بندی می شوند و متره پروژه از مجموع متره های تفصیلی اجزا تشکیل دهنده پروژه حاصل می گردد. شرط اصلی برای حصول دقت، بررسی کامل نقشه های تفصیلی، شرح کار پروژه، تهیه ساختار شکست کار تفصیلی و فهرست کردن فعالیت ها تا رسیدن به پایین ترین عناصر شکست کار که بسته های کاری نام دارند **Work Package** است. با جمع نمودن مقادیر در سطوح پایینتر، ابتدا میزان منابع در سطوح میانی و در نهایت در بالاترین سطح ساختار شکست کار بدست می آیند. در این روش برآورد کننده، منابع مورد نیاز برای پیاده سازی هر بسته کاری را تعیین می کند و برای هر بسته کاری منابع را اختصاص می دهد.

### ۲-۱-۲ روش توزیع منابع برای فعالیت های سطوح بالاتر Parametric Estimating

اگر شناسایی تمام فعالیت ها تا سطح بسته های کاری ممکن نباشد، اما شرح نسبتاً کاملی از پروژه به همراه نقشه های اصلی وجود داشته باشد. برای فعالیت هایی که اطلاعات کمتری از آنها در دست است، منابع لازم برای حجم فعالیت های سطوح بالاتر تخمین زده می شود. در صورتیکه متره کننده تجربه کافی داشته باشد، فرآیند توزیع **Histogram** نیروی انسانی و ماشین آلات برای احجام، سطوح بالاتر می تواند با دقت نسبتاً معقولی انجام گیرد. در این حالت استفاده از روش سه نقطه ای به افزایش دقت کمک می کند.

### ۲-۱-۳ متره ارقام کلی پروژه یا روش بالا به پایین Top - Down Estimating

در مواردی که اسناد پروژه دقیق نباشند یا زمان کافی برای برآورد وجود نداشته باشد، تیم برآورد، بجای رسیدن به ریز متره هر فعالیت، ارقام بزرگ و کلی را مورد توجه قرار می دهد و حجم یا زیر بنای این ارقام، نظیر **Piping**، ساختمان های اداری و یا صنعتی، عملیات خاکی و غیره ملاک بررسی قرار می گیرد. این روش در مواردی که امکان متره دقیق احجام هم وجود دارد، برای افزایش اطمینان، مکمل خوبی است.

### ۲-۱-۴ روش محاسبه احجام براساس درصد وزنی ارقام اصلی با استفاده از تجارب قبلی Analogous Estimating

در برخی از پروژه ها بر اساس مدارک پیمان و یا بر اساس تجربه قبلی، درصد وزنی **Weight Factor** برخی از ارقام کلی نظیر ساختمانی **Piping, Civil**، اسکلت فلزی، برق و ابزار دقیق، نسبت به وزن کلی پروژه مشخص است. در چنین حالتی

۱ برآورد با نرم افزارهای تخصصی در این مقاله بررسی نمی شود. به دلیل اهمیت و گستردگی نرم افزارها، بررسی این موضوع نیازمند مقاله جداگانه ای است.

با تمرکز روی این گونه اقلام و تناسب آنها با وزن کلی پروژه می توان حجم کارهای مهم پروژه را تخمین زد. خطای نسبی این روش بالاست اما سریع ترین روش است.

### ۵-۱-۲ قیمت گذاری احجام

در هر یک از روش های فوق برای قیمت گذاری می توان :

الف :

از فهرست بهای شرکت نفت یا سازمان برنامه و یا فهرست بهای کارهای تخصصی با احتساب ضرایب لازم استفاده کرد.

ب:

از گروه های پیمانکاری که مورد اعتماد نسبی هستند قیمت گرفته شود. به عنوان مثال می توان از چنین افرادی درخواست نمود که فایل مربوط به ریز متره مناقصه را در زمینه تخصصی قیمت گذاری کنند.

پ :

از بانک های اطلاعات قیمت شرکت ها که شامل قیمت پروژه های مشابه باشد استفاده کرد.

ت:

از تجارب مدیران و مهندسانی استفاده شود که در زمان نزدیک به مناقصه، پروژه های نظیر را اجرا کرده اند.

ث:

هزینه نیروی انسانی و ماشین آلات که در نمودار توزیع Histogram وجود دارند، بر اساس قیمت های روز محاسبه گردد.

برای تمام فرآیند های برآورد بهتر است تکنیک های سه نقطه ای یا PERT به جای روش تک نقطه ای بکار گرفته شوند. در این صورت زمانی که برآورد تا سطح صفر پروژه جمع زده شود. مقدار دقیق تری از کل کار، زمان و هزینه مورد نیاز پروژه تعیین و امکان پیگیری تفصیلی و کنترل سراسری پروژه در آینده فراهم میشود. در تکنیک سه نقطه ای با در نظر داشتن مقادیر خوش بینانه، محتمل و بدبینانه درجه ای از شفافیت حاصل می گردد. اغلب برآورد کنندگان تمایل به خوش بینی داند و این تکنیک می تواند نگاه برآوردکننده را تعدیل کند. تحلیل تکنیک PERT برای بازنگری و تعدیل از متوسط وزنی سه مقدار استفاده می کند. فرمول PERT به صورت زیر است:

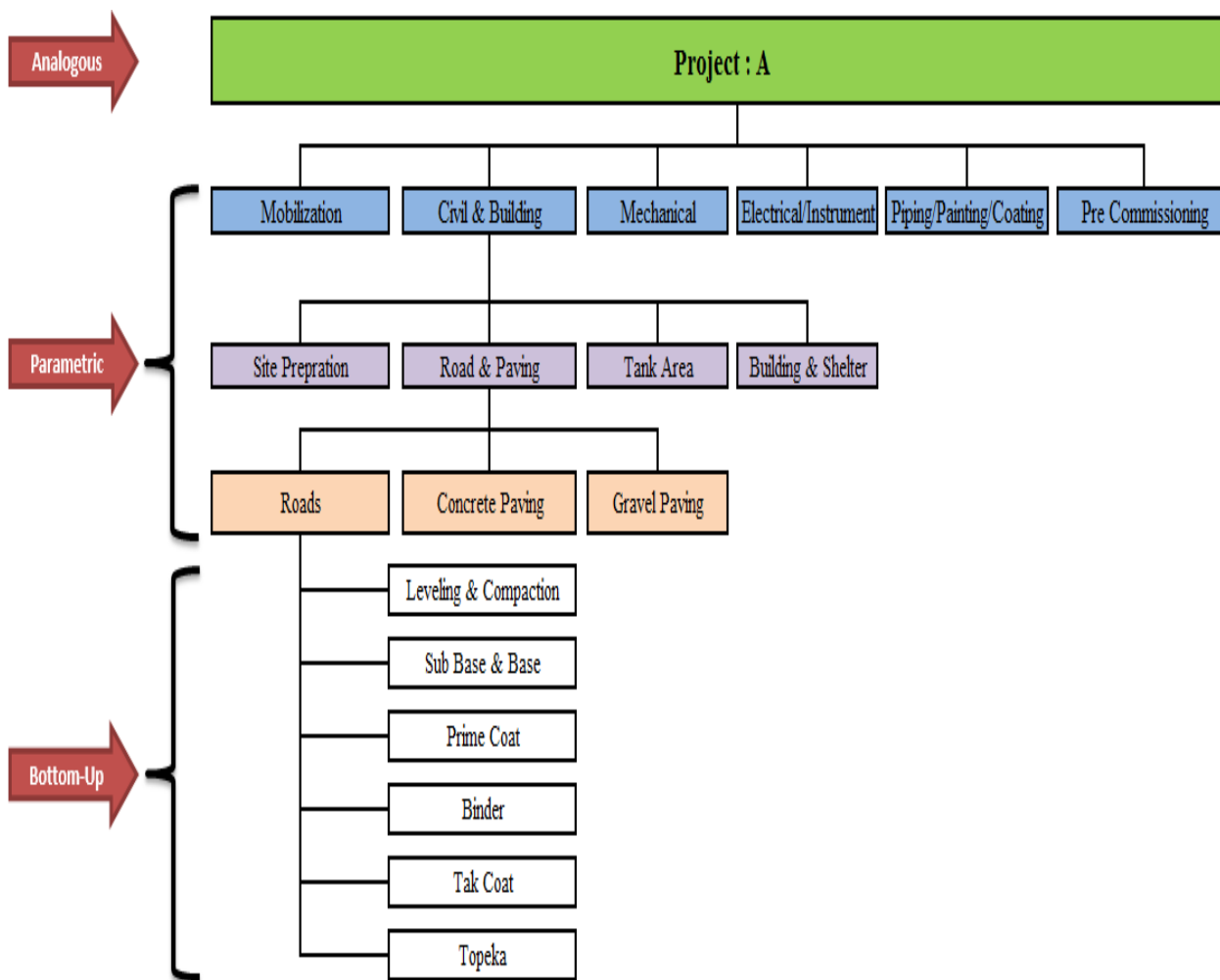
$$E = (O + 4ML + P)/6$$

که E مقدار برآورد و O مقدار خوش بینانه و ML مقدار محتمل و P مقدار بدبینانه است.

در این تکنیک فرض بر این است که پیش بینی ها با عدم قطعیت همراه هستند و از آنجاییکه برآورد کنندگان پروژه بیشتر خوشبینانه برآورد می کنند، ممکن است محاسبات با روش PERT منجر به نتایج دقیق تری گردد.

### ۲-۱-۶ رابطه تکنیک های برآورد و ساختار شکست کار

همانطور در شکل زیر مشاهده می شود تکنیک برآورد در درجه اول بستگی به سطح اطلاعات پروژه دارد. هر چه که ساختار شکست کار کامل تر باشد از روش های دقیق تری می توان استفاده کرد. به عنوان مثال وقتی کار تا سطح بسته های کاری شکسته شود امکان استفاده از روش پایین به بالا **Bottom-up** که دقیق ترین روش است فراهم می شود. اما با کاهش سطح



### رابطه تکنیک های برآورد و ساختار شکست کار

اطلاعات، به ناچار باید از روشهای کم دقت تر استفاده شود. کم ترین دقت به روش **Analog** یا بالا به پایین تعلق دارد.

جدول زیر تکنیک هایی در بر می گیرد که در متن تشریح نشده، اما مناسب برآورد پروژه های پیمانکاری صنایع نفت است.

پروژه های صنعت نفت	نوع تکنیک			شرح	نوع
	پایین به بالا	پارامتری	مشابه		
×		•		برآورد با فرمولی که متأثر از داده های پروژه پیشین و مشخصه های پروژه فعلی است	مدل موثر هزینه
×	•			تکنیکی از جمع آوری اطلاعات متخصصان، برای رسیدن به اجماع است	دلفی
×			•	بکاربردن اطلاعات پروژه های پیشین برای انجام برآورد	تاریخی
×			•	تعیین یک بازه تقریبی از مدت زمان یا هزینه یک فعالیت یا کل پروژه	سه نقطه ای
×			•	نوع تقویت شده تکنیک برآورد نسبی است. فرض می شود که هزینه دو پروژه با ارزش حاصل از افزایش ظرفیت ها با ضریبی معین مرتبط است	سریه های توان
×			•	راهنمایی هایی مبنی بر اینکه در بخش های مختلف ساخت و ساز چه چیزی باید اندازه گیری شود. راهنمایی هایی در قالب استاندارد برای محاسبه مقادیر و کمیت ها ارائه می کند	روش استاندارد اندازه گیری
×			•	تکنیکی آماری که برای روشهای مختلف نمونه گیری بکار گرفته می شود	نسبی
×			•	تکنیکی که از تفصیل فزاینده برای تعریف و باز تعریف مستمر برآورد استفاده می کند	برنامه ریزی غلطان

### ۷-۱-۲ نتیجه برآورد

نتایج برآورد عبارتند از:

- برآورد تکمیل شده
- مبانی انجام برآورد

مهمتر از روشهای و تکنیک هایی که استفاده می شود، ایجاد روحیه تیمی و درک واضح و روشن تمامی اعضای تیم برآورد نسبت به ویژگیها و مشخصات پروژه است. افراد نباید در شرایطی قرار بگیرند که مجبور به پذیرش مطالبی شوند که با تخصص آنها مغایرت دارد و یا مجبور گردند که از اعلام نظر مستقل خویش پرهیز کنند. توافق حداکثری امری است که فقط در طول فرآیند برآورد یا پایان آن متحمل است و باید از خواست رسیدن به توافق اجباری، در ابتدای کار مطلقاً برحذر بود. در صورتیکه مدیر مناسبی برای برآورد پروژه انتخاب شود و اعضای تیم برآورد نیز تخصص کافی داشته باشند و روحیه تیمی برجمع حاکم گردد و به درستی رهبری شوند، قیمت برآورد پروژه احتمالاً می تواند قیمتی مناسب و نزدیک به واقع باشد.

### ۳- مدیریت برآورد

برآورد های زمان، هزینه و منابع باید بصورت مداوم بروزآوری شود. مدیریت برآورد های پروژه، برآورد اولیه را نسبت به بخشهای تکمیل شده پروژه بر اساس مقدار زمان و هزینه مصرف شده می سنجد، تا زمان و هزینه باقی مانده را پیش بینی کند. در مدیریت برآورد، مقدار مصارف واقعی با خطوط مبنا مقایسه و اثر آن ارزیابی می گردد و در صورتی که اندازه مصرف با انتظارات برنامه ریزی شده هماهنگی نداشته باشد، برآورد محاسبه مجدد می شود. پس از آنکه، برآوردهای مربوط به مدت زمان، هزینه و منابع مورد نیاز فعالیت ها در قالب رویه های سازمانی و فرآیندهای انجام برآورد مشخص گردید، مدیریت این برآوردها توسط مدیر پروژه و با کمک تیم پروژه و مدیران ستادی آغاز می شود. اصول اساسی این رویکرد عبارتند از:

بررسی های منظم برآورد و بودجه، کنترل هزینه، زمان و مصرف واقعی منابع به صورت منظم، لحاظ کردن تغییرات تایید شده و در صورت لزوم، برآورد مجدد.

#### ۱-۳ اطلاعات مورد نیاز

اطلاعات مورد نیاز برای مدیریت برآورد زمان، هزینه و منابع، از پروژه ای به پروژه دیگر و از سازمانی به سازمان دیگر متفاوت است. شش مبنای اصلی وجود دارند که برای مدیریت موثر برآوردها مورد نیاز هستند.

#### • برآورد خطوط مبنا

خط مبنا، برنامه تایید شده پروژه است و معمولاً عبارت است از برنامه اصلی پروژه بعلاوه تغییرات تایید شده که با عملکرد واقعی مقایسه می شود تا تعیین شود که عملکرد در حدود پذیرش هست یا نه.

به منظور انجام برآورد سه خط مبنا باید مد نظر قرار گیرد

- برآورد خط مبنای عملکرد هزینه پروژه

- برآورد خط مبنای زمان بندی پروژه

- برآورد خط مبنای هیستوگرام منابع پروژه

#### • تغییرات تایید شده در خط مبنا

برآوردها تحت تاثیر درخواست های تغییری قرار می گیرند که برای کاهش یا افزایش محدوده پروژه، اصلاح بودجه، تجدید نظر در زمان بندی و یا تغییر در ترکیب تیم پروژه انجام می شوند. فقط درخواست های تغییری که از خلال فرآیند کنترل یک پارچه تغییرات گذر کرده و تایید شده اند، در هنگام برآورد مجدد هزینه و زمان پروژه مورد توجه قرار می گیرند. با این

حال ممکن است که تغییر در منابع همواره به کنترل رسمی تغییر نیاز نداشته باشد، گاهی فقط لازم است که جایگزینی در تیم یا اصلاحاتی جزئی در زمان بندی انجام شود، تا کارهای باقی مانده در یک چینش جدید انجام گردد.

#### ● برنامه منابع

برنامه منابع انسانی، رهنمود هایی را در خصوص نحوه تعریف بکارگماری، مدیریت، کنترل و در نهایت ترخیص نیروهای انسانی ارائه می دهد. برنامه مدیریت بکارگماری **Staffing Management Plan**، تعیین می کند که چه مهارت هایی و در چه زمانی در طول چرخه حیات پروژه مورد نیاز هستند. زمان بندی جذب هر منبع و در صد استفاده از آن در پروفایل منابع تهیه می شود. پروفایل منابع این اطمینان را می دهد که به منظور دست یابی به اهداف پروژه مقدار زمان بهینه صرف شده است. منابع بغیر از منابع انسانی شامل، تسهیلات، تجهیزات و مواد نیز هستند. هزینه و زمان بندی این منابع نیز باید در برآورد های اولیه پروژه لحاظ گردد. میزان مصرف این منابع به همراه منابع انسانی پروژه باید پیگیری شود.

#### ● اطلاعات عملکردی

اطلاعات عملکردی، عبارت است از مقدار هزینه و زمان واقعی صرف شده در راستای دست یابی به اهداف پروژه که به آن مقادیر واقعی منابع صرف شده می گویند. منابع با هزینه ها در ارتباط هستند و برای آن ها یک نرخ ساعتی تعریف می گردد که براساس زمان بکارگیری، تبدیل به هزینه مصرفی می شود. این اصل را می توان در مورد کارهای برون سپاری شده یا فعالیت های امانی بکار برد.

#### ● دارایی های فرآیندی سازمان

در هر سازمانی مجموعه ای از متدولوژی ها، فرآیندها، رویه ها و نمونه فرم ها، برای مدیریت برآورد زمان، هزینه و منابع وجود دارد. مدیریت برآوردها به فرآیندها و راهکارهای تعریف شده در مجموعه فرآیندی سازمان وابسته است. فرآیند های مناسب و صحیح برای گزارش و مدیریت برآوردها، باعث ایجاد هماهنگی بیشتر در تعریف، تایید و گزارش دهی تغییرات مربوط به برآورد ها به مدیریت ارشد می شود.

#### ● رویکرد انجام برآورد

سند رویکرد انجام برآورد در مرحله آماده سازی ایجاد می شود. این سند، رویکرد مورد استفاده برای مدیریت و پایش برآوردها و پیشبینی های پروژه را مشخص و در کنار دارایی های فرآیندی سازمان، برنامه مدیریت برآورد را تکمیل می کند.

### ۲-۳ فعالیت های مدیریت برآورد

فعالیت هایی که برای مدیریت و بروز نگهداری صحیح برآورد های اولیه و تجدیدنظر شده تا حصول اهداف پروژه مورد استفاده قرار می گیرند، راهکارهایی هستند که در بیشتر مواقع و بیشتر پروژه ها قابل پیاده سازی هستند. اما باید توجه کرد که راهکاری

منحصر بفرود برای مدیریت برآورد های همه پروژه ها وجود ندارد و مدیران پروژه لازم است که با توجه به وضعیت خاص پروژه، راهکارهای خود را تدوین و اعمال نمایند. بطور کلی فعالیت های مدیریت برآورد، شامل سه دسته از فعالیت ها است.

- اعمال مقادیر واقعی
- بررسی و کنترل
- برآورد مجدد پس از اعمال مقادیر واقعی زمان ، هزینه یا منابعی که تغییر کرده اند

### ۳-۳ نتایج مدیریت برآورد

- برآورد های بروز شده
  - پیش بینی مدت و هزینه باقی مانده پروژه
  - لیست تغییرات درخواستی بروز شده
  - ملاحظات، محدودیت ها و فرض های جدید
  - مقادیر واقعی
  - تجزیه و تحلیل انحرافات
  - آنالیز و گزارش دهی اثر انحرافات در زمان، هزینه، منابع و تاثیر متقابل آنها در یکدیگر یا با هم
- وقتی برآورد مجدد منجر به انحرافات عمده شود ممکن است مدیران ارشد یا کمیته رهبری به این نتیجه برسند که کل پروژه مجدداً برنامه ریزی شود. در چنین مواردی باید از فرآیند مدیریت تغییرات پیروی گردد.
- کنترل تغییرات
  - برای هر تغییری در محدوده پروژه لازم است توجه خاصی به تغییرات در هزینه، زمان و منابع شود.
  - کیفیت برآورد ها
- پای بندی به فرآیند های زنده انجام برآورد، باید سطح کیفی برآورد ها را تا حدی بالا ببرد که برای مدیر پروژه، پیش بینی تغییرات در زمان بندی، هزینه و منابع پروژه امکان پذیر گردد.
- فرهنگ سازمانی

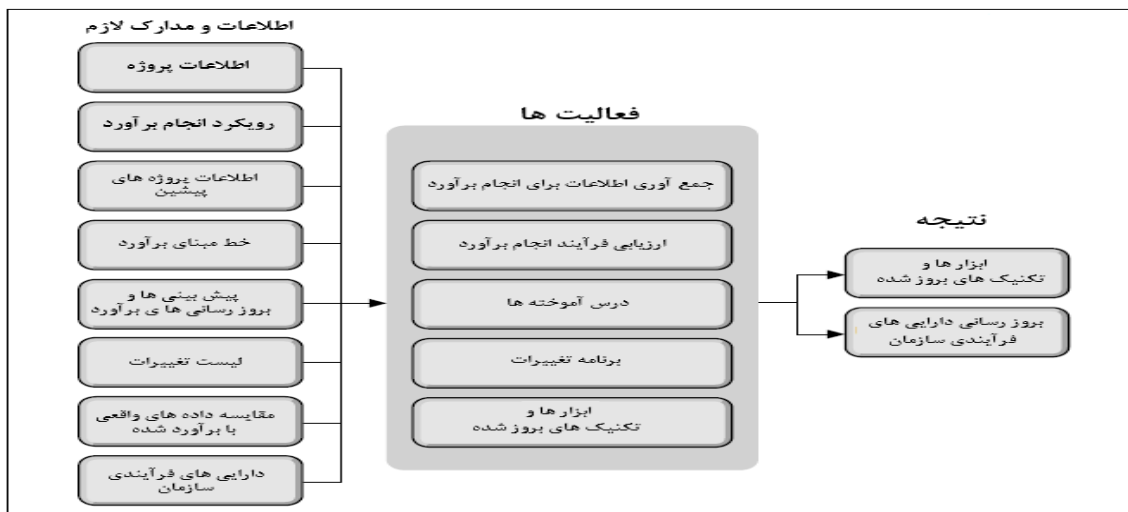
مدیریت کلی برآورد ها تحت تاثیر فرهنگ سازمانی قرار دارد. اگر سازمان به هزینه واقعی پروژه بر اساس برآورد های انجام شده و برآورد و پیش بینی مجدد در صورت بروز تغییرات پای بند باشد، امکان برآورد دقیق محتمل تر خواهد شد. بصورت خلاصه برآورد مجدد هزینه، زمان و منابع پروژه یک فعالیت بغرنج و پیچیده است. با صرف مقادیر واقعی منابع و انعکاس آن



در برنامه پروژه، انحرافات از برنامه بررسی و در خصوص این که تغییرات بخش های پروژه مجازند یا نه تصمیم گیری می گردد. اگر تغییرات تایید و خط مبنا تصحیح گردد، آنگاه ممکن است لازم شود که برآورد مجدد زمان، هزینه و منابع صورت گیرد تا انحراف زمان و هزینه برای دست یابی به اهداف پروژه تصحیح شود.

## ۴- بهبود برآورد

در چرخه حیات برآورد، بهبود مستمر فرآیند های برآورد برای پروژه جاری و آتی سازمان ضروری است. بهبود مرحله ای تکرار پذیر در تمام حیات برآورد است. در جریان بهبود، مدل ها، فرآیندها، آموخته ها و داده های تجربی برای برآورد دقیقتر ترکیب می شوند. بهبود می تواند در هر نقطه ای از چرخه حیات با گردآوری داده ها، تغییر فرآیند ها، تغییر الگو ها یا ابزارها صورت گیرد. سازمانی بهبود پذیر است که باز و پویا باشد. در چنین سازمانی احتمال دارد که آموخته ها بر ابزارها، تکنیکها و دارایی های فرآیندی سازمان اثر بگذارد و آنها را ارتقا دهد. تصویر زیر اطلاعات و مدارک لازم برای بهبود و فعالیت ها و نتایج مورد انتظار را نشان می دهد.



### ۴-۱ اطلاعات و مدارک لازم

برای بهبودی کارا به مدارک و اطلاعات زیر نیاز است:

#### ۴-۱-۱ اطلاعات پروژه

برای این که در پروژه های آتی، درک و مقایسه با پروژه های قبلی امکان پذیر باشد، اطلاعاتی نظیر، محدوده کلی پروژه، ریسکهای ثبت شده، نوع، فن آوری، روشها و ... لازمند.

#### ۴-۱-۲ رویکرد Approach بهبود برآورد

برای تدوین رویکرد بهبود برآورد پروژه ها، توجه به موارد زیر اما نه محدود به آنها لازم است:

- محدوده کلی برآورد High – Level Scope

- بازه اطمینان Confidence Range

- محدودیت ها و فرض ها

- تکنیک های برآورد

- منابع و مهارت های لازم
- روش پشتیبانی از یکپارچگی برآورد
- نقاط پیش بینی مجدد Reforcasting Points
- فرآیند بهبود
- اندوخته های اقتضایی Contingency Reserve

#### ۴-۱-۳ اطلاعات پروژه های پیشین

داده های پروژه های قبلی سازمان اگر بدرستی مستند شده باشند، در فرآیند بهبود کمک زیادی خواهند کرد و معمولا اما نه همیشه شامل موارد زیر هستند:

- ساختار شکست کار
- انحراف یا رعایت زمان بندی پروژه
- انحراف یا تطبیق در هزینه پروژه
- انحراف یا بکارگیری صحیح در مصرف منابع
- مستند سازی پروژه

#### ۴-۱-۴ برآورد های خط مبنا

بر آورد مبنا، برآورد تفصیلی کامل و تایید شده منابع، هزینه و زمانبندی است و اساس تصمیم های کلان یا کلی پروژه محسوب می شود. برآورد مبنا معمولا در ابتدای پروژه تصویب می شود تا برآورد های بعدی با آن مقایسه شوند.

#### ۴-۱-۵ برآوردهای بروز شده

برآورد هایی هستند که بعد از برآورد مبنا انجام می شوند.

#### ۴-۱-۶ لیست تغییرات

سندی است حاوی تمام تغییراتی که در الزام های پروژه رخ داده و شامل وضعیت و تاثیر تغییرات بر زمان، هزینه و منابع پروژه است

#### ۴-۱-۷ داده های واقعی در برابر برآورد شده

داده های واقعی زمان، هزینه های مواد و سایر هزینه های صرف شده برای فعالیتی معین در یک دوره زمانی مشخص در پروژه است که با پیشبینی های قبل از شروع پروژه مقایسه خواهد شد.

## ۴-۱-۸ دارایی های فرآیندی سازمان

داشته های فرآیندی سازمان، شاخص های سنجش و مدل ها، معیارهای تعیین شده ای هستند که برآورد با آنها مقایسه می شود. دارایی های فرآیندی مواردی نظیر الگوهای زمان بندی، الگوی اسناد پروژه، ابزار و مواد آموزشی است.

### ۴-۲ فعالیت ها

۴-۲-۱ جمع آوری اطلاعات برای انجام برآورد

۴-۲-۲ سنجش فرآیند برآورد

۴-۲-۳ شناسایی علل ریشه ای و درس آموخته ها

۴-۲-۴ تهیه برنامه کاری برای تغییرات

۴-۲-۵ اعمال تغییرات و اشتراک درس آموخته ها

### ۴-۳ نتایج

بهبود برآورد دو نتیجه اصلی دارد:

۴-۳-۱ تصحیح و ارتقا و بروزآوری ابزارها و تکنیک ها

به همین منظور اطلاعات پیشینی که در برآورد های قبلی استفاده شدند، باید برای برآورد جدید در دسترس باشند. داده های واقعی که از پروژه های فعلی یا قبلی جمع آوری می شوند باید به پارامترهای شاخص تبدیل گردند. الگوها، فرآیند ها، تکنیک ها و ... مستند و بروز آوری شوند

۴-۳-۲ بروزآوری دارایی های فرآیندی سازمان

لازم است هر سندی که بر فرآیند برآورد اثر گذار خواهد بود بروز رسانی شود. سند رویکرد تصحیح گردد. آموخته های برآورد مستند برای استفاده در برآورد بعدی آماده شود.

## چک لیست برآورد

آمادگی برای برآورد	
برنامه برآورد تدوین شده است؟	<input type="checkbox"/>
اطلاعات جمع آوری شده کامل و صحیح هستند؟	<input type="checkbox"/>
خبرگان کمک در برآورد انتخاب شده اند و از نقش خود اطلاع دارند و آن را تایید کرده اند؟	<input type="checkbox"/>
تکنیک برآورد انتخاب شده است؟	<input type="checkbox"/>
محدودیت ها و فرض های پروژه شناسایی شده اند؟	<input type="checkbox"/>
اطلاعات پروژه های مشابه قبلی گردآوری شده اند؟	<input type="checkbox"/>
دامنه و محدوده پروژه تعیین شده است؟	<input type="checkbox"/>
تیم برآورد زمان و منابع کافی در اختیار دارد؟	<input type="checkbox"/>
برنامه ای برای ذخایر احتیاطی لازم است؟	<input type="checkbox"/>
فرآیند مدیریت درس آموخته ها مستند شده است؟	<input type="checkbox"/>
در مورد رویکرد برآورد، اعضای تیم درک مشترکی دارند و رویکرد مستند شده است؟	<input type="checkbox"/>
اعضای تیم برآورد نقش های خود را پذیرفته اند؟	<input type="checkbox"/>
انجام برآورد	
رویکرد برآورد مستند شده، شفاف و کامل است و از آن استفاده می شود؟	<input type="checkbox"/>
برآورد طبق برنامه پیش می رود؟	<input type="checkbox"/>
خبرگان انتخاب شده در دسترس هستند و از آنها کمک گرفته می شود؟	<input type="checkbox"/>
زمان و منابع برآورد کافی است؟	<input type="checkbox"/>
از سایر تکنیک ها برای تصدیق برآورد استفاده شده است؟	<input type="checkbox"/>
محدوده پروژه به تفصیل مشخص شده است؟	<input type="checkbox"/>
مستندات خط مبنای برآورد برای هزینه و زمان و منابع توسط اعضای تیم تایید شده است؟	<input type="checkbox"/>
برآورد توسط مدیر عامل تصویب شده است؟	<input type="checkbox"/>
مدیریت برآورد	
تغییرات در محدوده پروژه تایید و تصویب می شوند؟	<input type="checkbox"/>
سوابق تغییر نگهداری می شوند؟	<input type="checkbox"/>
محدوده پروژه مدیریت می شود؟	<input type="checkbox"/>
منابع انسانی مدیریت می شوند؟	<input type="checkbox"/>
ریسک ها شناسایی و مدیریت می شوند؟	<input type="checkbox"/>
داده های واقعی در پروژه جمع آوری و به موقع با برآورد مقایسه می شوند؟	<input type="checkbox"/>
فرآیند برنامه ریزی برآورد پویا است و بروز می شود؟	<input type="checkbox"/>
برآورد مجدد اطلاع رسانی و تصویب می شود؟	<input type="checkbox"/>
درس آموخته ها مستند و بر اساس آنها عمل می شود؟	<input type="checkbox"/>

## منابع

- راهنمای مناقصه، سازمان مدیریت و برنامه ریزی، ۱۳۸۴
- قانون برگزاری مناقصات، مجلس شورای اسلامی، ۱۳۸۳/۱/۲۵
- استراتژی شرکت در مناقصات، محمد تقی بانکی و ...، چهارمین کنفرانس مدیریت پروژه
- مدیریت ریسک پیشنهاد قیمت در پروژه های ساختمانی، محمد جهانگیر و ...، اسفند ۱۳۸۵
- مجموعه استانداردهای مدیریت پروژه، علی بیاتی و ...، شرکت مدیریت توسعه صنایع پتروشیمی، مهربان نشر، ۱۳۹۲
- Practice Standard for Project Estimating, 2<sup>nd</sup> Edition , PMI,