مروری بر روش‌های برآورد بهای تمام‌شده پروژه‌های خدمات مهندسی به منظور قیمت‌گذاری مناقصه‌ای بازار سهام

رضا بندریان
(عضو هیات علمی و مسئول بررسی و ارزیابی مشارکت‌های پژوهشگاه صنعت نفت
دانشجوی دکتری مدیریت تولید و عملیات دانشگاه تهران)
Bandarianr@ripi.ir

بهای تمام شده/ پروژه‌های خدمات مهندسی/ برآورد بهای تمام شده پروژه/ روش‌های برآورد بهای تمام شده/ بهای تمام شده سقف و کف/ قیمت‌گذاری مناقصه‌ای

چکیده

مناقصه‌گران برای حضور در مناقصات صرف نظر از رویکرد مورد استفاده برای قیمت‌گذاری، نیازمند آگاهی از میزان بهای تمام شده پروژه و برآورد زمان اجرای آن می‌باشند تا بتوانند به ارزیابی وضعیت خود بر مبنای قیمت پیشنهادی بپردازند و حضور خود در مناقصه را مدیریت نمایند.

مناقصه گران برای حضور موفق و ارائه قیمت مناسب در مناقصات، به‌خصوص مناقصات پروژه‌های خدمات مهندسی باید (قبل از اجرای پروژه) اقدام به برآورد بهای تمام شده و مدت زمان اجرای پروژه نمایند و براساس آن قیمت پیشنهادی خود را مورد ارزیابی قرار دهند.

محاسبه بهای تمام شده پروژه‌های خدمات مهندسی (قبل از طراحی و اجرای پروژه) بسیار مشکل است و این ناشی از ماهیت مبهم کار و یا پیچیده بودن آن می‌باشد. براین اساس مدل‌های متعدد و متنوعی برای محاسبه بهای تمام شده پروژه‌های خدمات مهندسی به منظور قیمت گذاری مناقصه‌ای توسعه یافته است که در این مقاله به طور اجمالی مرور می‌شوند و روش مدل‌سازی الگوریتمی بهای تمام شده که رایج‌ترین روش است به طور تفصیلی تشریح و چالش‌های آن بررسی می‌گردد. همچنین با توجه به اینکه اندازه پروژه اصلی‌ترین داده ورودی به اکثر مدل‌های الگوریتمی است به بررسی روش‌های موجود برای تعیین اندازه پروژه پرداخته می‌شود.

مقدمه

امروزه در عرصه کسب و کار بسیاری از پروژه‌های بزرگ خدمات مهندسی از طریق برگزاری مناقصه واگذار می‌شوند. در مناقصات خدمات مهندسی، قیمت معمولاً دومین فاکتوری است که در پیشنهادات بعد از شایستگی فنی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و در مواردی که قیمت پیشنهادی براساس سطح شایستگی فنی تعدیل می‌گردد، اهمیت قیمت افزایش می‌یابد و در کانون توجه

قرار می‌گیرد.

برآورد هزینه و زمان مورد نیاز برای اجرا و تکمیل پروژه یکی از حیاتی‌ترین و مشکل‌ترین کارها در مدیریت پروژه‌های خدمات مهندسی به منظور حضور موفق در مناقصات می‌باشد. با وجود اهمیت مسائل فنی و بازاریابی برای موفقیت در یک مناقصه، اگر مدیریت فرآیند حضور در مناقصه ضعیف باشد احتمال شکست در آن مناقصه بیشتر از موفقیت آن است.

در این راستا سازمان‌های مناقصه‌گر در جهت تعدیل و هماهنگ نمودن روند قیمت گذاری خود به منظور حضور موفق در مناقصات، تلاش‌های گسترده‌ای انجام داده‌اند. واضح است که نتیجه بخش بودن این تلاش‌ها نیازمند یک نظام مدون و منسجم برای قیمت گذاری مناقصه‌ای می‌باشد. با استفاده از تجارب موجود در سازمان‌های مناقصه‌گر و تلفیق آن با روش‌ها و تکنیکهای علمی می‌توان مدل‌های سیستماتیک طراحی نمود و احتمال موفقیت در مناقصه را با ارائه قیمت مناسب بهینه نمود [۱].

اغلب روش‌ها و مدل‌های توسعه یافته برای قیمت گذاری مناقصه‌ای مبتنی بر رویکرد هزینه مبناء می‌باشند و در واقع هزینه را مبنایی برای قیمت در نظر می‌گیرند. مباحث مطروحه در این رویکرد پیرامون چگونگی تعیین و برآورد بهای تمام شده، نوع هزینه‌هایی که باید در محاسبه بهای تمام شده در نظر گرفته شوند و تعیین میزان سود می‌باشند.

در بسیاری از فعالیت‌ها و پروژه‌ها برآورد هزینه‌ها به علت ماهیت مبهم کار و یا پیچیده بودن آن، به طور کامل و دقیق برای مناقصه‌گران امکانپذیر نمی‌باشد. بنابراین برآورد هزینه‌ها نیازمند توانائی در ترسیم ابعاد مختلف کار و جزئیات آن می‌باشد تا براساس آن و سطح کیفی عملکرد خود و یا سطح کیفی عملکرد مورد انتظار مناقصه‌گزار اقدام به تخمین هزینه تمام شده پروژه گردد.[۲]

به منظور محاسبه هزینه و زمان در یک پروژه خدمات مهندسی مدل‌های متعددی برای برآورد بهای تمام شده بوجود آمده است. به دلیل وجود تنوع شدید در پروژه‌های خدمات مهندسی، ایجاد مدلی که برآوردهای دقیق از بهای تمام شده پروژه را در اختیار مناقصه‌گران قرار دهد بسیار مشکل است. تعدد پروژه‌های خدمات مهندسی و ناتوانی در برآورد هزینه‌های اجرا و تکمیل آن‌ها حضور موفق در مناقصات را برای مناقصه‌گران با مشکل مواجه نموده بگونه‌ای که آن‌ها به طور مستمر نگرانی خود را از ناتوانی در برآورد دقیق هزینه‌ها ابراز می‌کنند. لذا یکی از مهم‌ترین موضوعاتی که شرکت‌های خدمات مهندسی به شدت دنبال می‌کنند ایجاد مدل‌های مفیدی است که منطبق بر چرخه عمر پروژه [۳] باشد و هزینه اجرای یک پروژه را به دقت برآورد کند[۴].

براین اساس به منظور معرفی و ارزیابی، در ادامه مروری بر روش‌های برآورد بهای تمام شده پروژه‌های خدمات مهندسی می‌شود.

۱. تکنیک‌های برآورد بهای تمام شده به منظور قیمت‌گذاری مناقصه‌ای

برآورد دقیق میزان کار و فعالیت لازم برای تکمیل یک پروژه خدمات مهندسی کار ساده‌ای نیست. ممکن است پروژه دربر گیرنده فعالیت‌های مبهم، غیرمتعارف و یا با فناوری‌های جدید و یا نیازمند پرسنل خاص که مهارت‌های آن‌ها کمیاب است باشد. همه این‌ها به آن معنا می‌باشد که برآورد دقیق هزینه تکمیل پروژه در مراحل نخستین کار (قبل از اجرا) دشوار و یا گاهی غیر ممکن است. با این حال مناقصه‌گران برای حضور در مناقصات نیازمند برآورد هزینه‌ها و به‌خصوص هزینه نیروی انسانی [۵] می‌باشند و برای این منظور باید از یکی از تکنیک‌های معرفی شده در جدول (۱) استفاده نمایند.

به طور کلی سه عامل اصلی در تعیین کل هزینه یک پروژه خدمات مهندسی نقش دارد: هزینه نیروی انسانی و آموزش، هزینه نرم افزار و سخت افزار، هزینه مواد و ملزومات. برای اغلب پروژه‌های خدمات مهندسی عمده‌ترین هزینه، هزینه نیروی انسانی است. سایر هزینه‌ها نسبت به هزینه نیروی انسانی بسیار ناچیز است. هزینه نیروی انسانی تنها حقوق مهندسین و افراد درگیر در پروژه یا فقط هزینه‌های مستقیم آن‌ها نیست بلکه هزینه‌های سربار نیز جزء هزینه نیروی انسانی محسوب می‌شود که برخی از آن‌ها عبارتند از : هزینه نیروهای ستادی (حسابدار، مدیر، نظافتچی، تکنیسین و ...)، هزینه گرمایش و روشنایی و...[۶]

جدول ۱- تکنیک‌های برآورد هزینه پروژه‌های خدمات مهندسی

تکنیک	شرح
مدل‌سازی الگوریتمی بهای تمام شده [۷]	براساس اطلاعات موجود درباره بهای تمام شده تاریخی مدلی طراحی می‌شود که برخی مشخصات پروژه (معمولا اندازه آن را) به بهای تمام شده پروژه مربوط می‌کند.
قضاوت تجربی [۸]	چندین فرد خبره در زمینه مربوط به حوزه پروژه اقدام به برآورد بهای تمام شده آن می‌کنند و در نهایت با مقایسه برآوردها و بحث و تبادل نظر به یک اتفاق نظر درباره برآوردها می‌رسند.
برآورد بر اساس مقایسه [۹]	این تکنیک زمانی کاربرد دارد که پروژه‌های دیگری مشابه با پروژه کنونی قبلاً اجرا شده باشند. بهای پروژه جدید از طریق مقایسه با پروژه‌های قبلی برآورد می‌شود.
قانون پارکینسون [۱۰]	قانون پارکینسون چنین بیان می‌کند که کارها تا آنجایی توسعه می‌یابد که همه منابع موجود به اتمام برسد. در این روش بهای تمام شده با توجه به منابع موجود تعیین می‌شود نه بر اساس ارزیابی اهداف پروژه.
قیمتی برای برنده شدن [۱۱]	بهای تمام شده پروژه تا آن میزانی که مشتری قادر به خرج کردن برای پروژه می‌باشد برآورد می‌شود. میزان برآورد به بودجه مشتری بستگی دارد نه به ابعاد پروژه.

تکنیک‌های ارائه شده در جدول فوق را می‌توان با رویکرد کل به جزء[۱۲] و جزء به کل [۱۳] بکار برد. رویکرد کل به جزء از سطح پروژه با بررسی قابلیت‌های کلی پروژه و نحوه اجرائی نمودن آن‌ها شروع می‌شود. برخلاف این رویکرد، رویکرد جزء به کل از سطح اجزای پروژه شروع می‌شود. در این رویکرد پروژه به چند جزء تقسیم می‌شود و فعالیت لازم برای تکمیل هر کدام برآورد می‌شود. در نهایت با جمع کردن برآوردها، فعالیت لازم برای کل پروژه محاسبه می‌شود. با توجه به شرایط پروژه و میزان اطلاعات و جزئیات موجود از آن، در هر شرایطی یکی از این دو رویکرد بر دیگری ترجیح دارد و به طور طبیعی معایب رویکرد کل به جزء مزایای رویکرد دیگر است و برعکس[۱۴].

همان‌طور که در جدول (۱) مطرح شد پنج تکنیک اصلی برای برآورد بهای تمام شده پروژه‌های خدمات مهندسی عبارتند از: قیمتی برای برنده شدن، قانون پارکینسون، قضاوت متخصصان، برآورد براساس مقایسه و مدل‌سازی الگوریتمی بهای تمام شده که سه تکنیک آخر جزء تکنیک‌های اصلی برآورد بهای تمام شده پروژه‌های خدمات مهندسی محسوب می‌شوند. در ادامه مروری بر چگونگی کارکرد این تکنیک‌ها می‌شود و روش مدل‌سازی الگوریتمی بهای تمام شده به طور تفصیلی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

۱-۱. قیمتی برای برنده شدن

در این روش تلاش می‌شود براساس ارزیابی یا طرق دیگر میزان بودجه‌ای که مناقصه گزار برای این پروژه در نظر گرفته است به‌دست آید. سپس براساس آن، مناقصه گر بهای تمام شده پروژه را بگونه‌ای تنظیم می‌کند که با در نظر گرفتن سود مطلوب بتواند قیمت خود را در چارچوب بودجه مناقصه گزار قرار دهد و برنده مناقصه باشد.

۲-۱. قانون پارکینسون

در این روش مناقصه‌گر حداکثر منابع موجود را که می‌تواند به پروژه اختصاص دهد به حساب هزینه‌های پروژه منظور نموده و براساس آن به برآورد بهای تمام شده پروژه اقدام می‌نماید. در واقع در این شیوه بهای تمام شده پروژه به میزان منابع در دسترس افزایش می‌یابد. یعنی مناقصه‌گر کلیه منابع و امکانات آزاد خود را به اجرای پروژه اختصاص می‌دهد و هزینه‌های آن‌ها را در بهای تمام شده پروژه احتساب می‌کند.

۳-۱. روش قضاوت متخصصان

قضاوت متخصصان که رایج‌ترین شیوه برای محاسبه بهای تمام شده پروژه می‌باشد بر تجربه جمعی یک تیم از افراد

متخصص استوار است. مدیران ارشد در شرکت‌های مناقصه‌گر عمدتاً به روش قضاوت متخصصان اعتماد می‌کنند چون برآوردها به سادگی و بدون استفاده از ابزارها یا تکنیک‌های پیچیده بدست می‌آیند. از مشکلات این روش این است که صحت و دقت برآورد بهای تمام شده به شدت وابسته به میزان تخصص و خبرگی متخصصان می‌باشد. یکی دیگر از مشکلات این روش آن است که برآوردهای حاصل از روش قضاوت متخصصان معمولاً خیلی کمتر از میزان واقعی هستند. این امر دلایل مختلفی دارد که از میان آن‌ها می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد [۱۵]:

- وجود یک خوش بینی بیش از حد در هنگام برآورد در شرایط عدم قطعیت زیاد.
- تلاش برای کسب یک پروژه از رقبا و در نتیجه نادیده گرفتن هزینه‌های واقع بینانه پروژه.
- در شرایطی که برآوردها هزینه بالایی را نشان می‌دهند، تلاش‌ها صرف بهبود کیفی پروژه تحویل شده به مشتری می‌گردد.
- نادیده انگاشتن تاثیر انتظارات مشتری نسبت به هزینه و فعالیت‌های لازم برای اتمام پروژه (در نظر نگرفتن ملاحظات مشتری).

۴-۱. روش برآورد براساس مقایسه

روش برآورد براساس مقایسه را می‌توان به‌طور مختصر این گونه توضیح داد که این روش سه مرحله دارد:

۱. در مرحله اول مشخصات پروژه‌ای که قرار است برآورد شود را بر اساس مشخصات عمومی حاصل از اطلاعات تاریخی مجموعه‌ای از پروژه‌های تکمیل شده قبلی به‌دست می‌آورند.
۲. در مرحله دوم یک یا چند پروژه مشابه (همسایه [۱۶] یا تمثیل [۱۷]) از میان آن مجموعه با توجه به معیارهای تشابه که قبلا تعریف شده‌اند، انتخاب می‌شوند.
۳. در مرحله نهایی، هزینه پروژه‌های همسایه یا تمثیل تجزیه، ترکیب و در نهایت با هم تلفیق می‌شوند تا برآورد هزینه پروژه مورد نظر را شکل دهند (معمولا به شکل میانگین موزون یا میانگین ساده با حذف موارد تکراری و صرفه جویی‌های ناشی از سینرجی).

برخی مطالعات نشان داده‌اند که نتایج این روش با روش‌های رگرسیونی قابل مقایسه و حتی در بعضی مواقع بهتر از آن‌ها هستند. [۱۸].

روش برآورد بر اساس مقایسه در مقایسه با مدل‌های متداول آماری دو مزیت دارد: این روش عاری از فرض توزیع نرمال داده‌های موجود می‌باشد و به راحتی با همه انواع داده‌ها (کمی و کیفی) قابل استفاده است. اما این مزیت‌ها مسبب بروز مشکلاتی در زمینه ابعاد تئوری روش و به خصوص تعیین خطای برآورد می‌شوند.

۵-۱. مدل‌سازی الگوریتمی بهای تمام شده

این شیوه از یک فرمول ریاضی برای پیش بینی هزینه پروژه، از طریق برآورد اندازه و تعداد پرسنل متخصص لازم و سایر عوامل استفاده می‌کند. یک مدل الگوریتمی از طریق بررسی و تحلیل هزینه‌ها و مشخصات پروژه‌های تکمیل شده به منظور یافتن یک فرمول که با اطلاعات واقعی بهترین تناسب را داشته باشد، بدست می‌آید.

مدل‌سازی الگوریتمی اصولا برای برآورد بهای تمام شده پروژه‌ها استفاده می‌شود اما بوهم [۱۹] کاربرهای دیگری هم برای آن تعریف کرده است. مواردی از قبیل برآورد برای سرمایه‌گذاری در شرکت‌های خدمات مهندسی، برآورد استراتژی‌های مختلف برای ارزیابی ریسک و برآورد برای تصمیم گیری آگاهانه در مورد برون سپاری [۲۰]، توسعه مجدد [۲۱] و استفاده مجدد [۲۲] و [۲۳].

بررسی مطالعات و تحقیقات انجام شده در زمینه برآورد بهای تمام شده پروژه‌های خدمات مهندسی طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۴ نشان می‌دهد که رایج‌ترین موضوع این تحقیقات معرفی و ارزیابی مدل‌های الگوریتمی برآورد بهای تمام شده بوده است. این بررسی نشان می‌دهد که اکثر مقالات به بررسی مدل‌های برآورد از نقطه نظر فنی پرداخته‌اند. همچنین این تحقیقات حاکی از آن است که مقالات ارائه شده غالبا به مطالعه رویکردهای برآورد مبتنی بر رگرسیون پرداخته‌اند. [۲۴]

سهم عمده تحقیقات برآورد بهای تمام شده پروژه‌های خدمات مهندسی بر مدل‌سازی الگوریتمی بهای تمام شده (یا همان مدل‌های پارامتری) متمرکز شده است. این مدل‌ها تا حدودی به محدوده کاربرد (اجرا) [۲۵] وابسته هستند و با توجه به فناوری مورد استفاده در اجرا متفاوت هستند. بنابراین هیچ

مدلی نمی‌تواند برای همه شرایط مناسب باشد[۲۶].

این مدل‌ها برآورد هزینه را بر اساس داده‌های ورودی واقعی[۲۷] انجام می‌دهند. حتی در صورت استفاده از عبارات و واژه‌های زبانی [۲۸] مثل کم، زیاد یا خیلی زیاد در مدل، این واژه‌ها به مقادیر عددی از پیش تعیین شده‌ای مرتبط هستند که از طریق تجزیه و تحلیل اطلاعات تاریخی به دست آمده‌اند. به هر حال، محرک‌های هزینه که معمولاً به عنوان داده‌های ورودی مدل‌های پارامتری استفاده می‌شوند ذاتاً مشکل عدم دقت دارند که این امر ناشی از دلایل متعددی از جمله بیان آن‌ها در غالب واژه‌های زبانی است [۲۹]. این بدان علت است که برخی از اطلاعات مهم پروژه در مراحل اولیه کار بسیار مبهم و ناقص هستند.

برای برطرف نمودن این مشکل با توجه به قابلیت منطق فازی برای مواجهه با موقعیت‌های ابهام‌آمیز و گنگ از این منطق بهره گرفته شده است. در این راستا از تعریف قوانین شرطی فازی استفاده گردیده است.

مدل‌های مبتنی بر منطق فازی برای کار با این گونه اطلاعات دقیق‌تر هستند چرا که عدم قطعیت حاکم بر این شرایط از نوع امکانی است نه احتمالی. امکانی بودن عدم قطعیت با مجموعه‌های فازی سازگاری دارد و بنابراین استفاده از مجموعه‌های فازی (با بکارگیری اعداد فازی) برای استخراج قوانین سنخیت دارد.

این مدل‌های فازی بر یک مجموعه دانش ضمنی استوار هستند. این دانش به صورت شفاهی است که در قالب دستورهای اگر ... آنگاه گنجانده شده‌اند. این قوانین را افراد خبره با توجه به شایستگی‌ها و توانمندی‌های ذهنی خود تعریف می‌نمایند.[۳۰]

مدل‌های الگوریتمی توسعه یافته دارای مشکلات بنیادی مشابهی هستند که برخی از آن‌ها عبارتند از:

۱. برآورد اندازه پروژه در مراحل اولیه پروژه اغلب کار مشکلی است.
۲. برآورد فاکتورهای تعدیل کننده مدل‌ها بسیار ذهنی هستند واغلب برآورد دو نفر با هم تفاوت دارد که به علت زمینه کاری و میزان تجربه آن‌ها در کار می‌باشد.

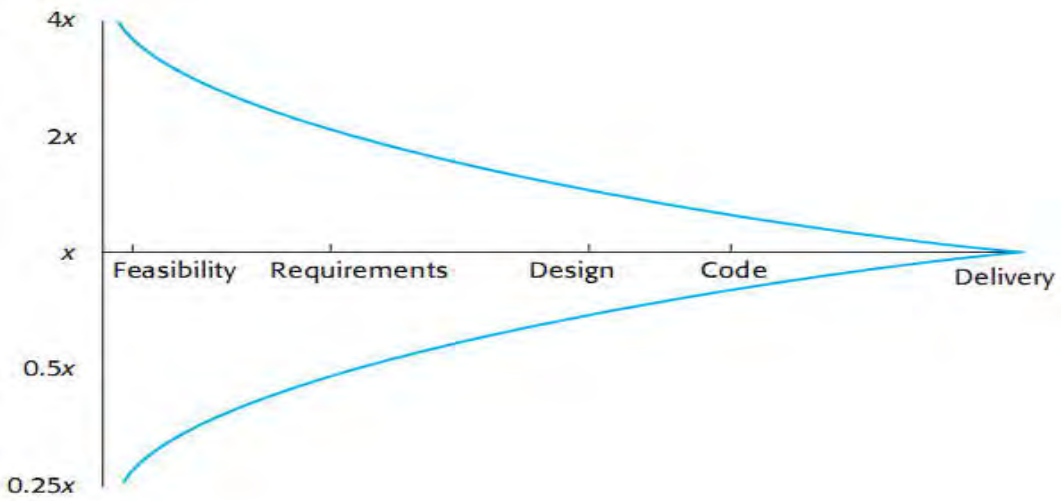
مبنای اصلی بسیاری از مدل‌های الگوریتمی برآورد بهای تمام شده پروژه، اندازه پروژه می‌باشد و بیشتر آن‌ها از تعداد نفر ساعت به عنوان واحد اصلی اندازه گیری پروژه استفاده می‌کنند.

همچنین برآورد اندازه پروژه می‌تواند به روش مقایسه با پروژه‌های تکمیل شده دیگر، برآورد به وسیله تبدیل Function Point به تعداد زیر پروژه‌ها، برآورد بر اساس رتبه‌بندی اجزاء پروژه و استفاده از یک مرجع معتبر برای تعیین اندازه اجزا [۳۱] و یا می‌تواند از طریق قضاوت تخصصی و تجربی مهندسین طرح و اجرا باشد.

برآورد دقیق اندازه پروژه در مراحل اولیه پروژه (قبل از طراحی و اجرا) بسیار مشکل است زیرا اندازه پروژه به تصمیماتی بستگی دارد که در مراحل اولیه، این تصمیمات هنوز اتخاذ نشده‌اند و اغلب این تصمیمات به‌صورت متوالی [۳۲] باید اتخاذ شوند و هر تصمیم بر مجموعه‌ای از فعالیت‌های آتی تاثیرگذار است.

در هر صورت در بسیاری از فعالیت‌ها و پروژه‌ها، برآورد اندازه پروژه و هزینه‌های آن به علت ماهیت مبهم کار و یا پیچیده بودن آن، به طور کامل و دقیق برای مناقصه‌گران امکان‌پذیر نمی‌باشد و برآورد اندازه پروژه نیازمند توانائی در ترسیم ابعاد مختلف کار و جزئیات آن می‌باشد تا براساس آن و سطح کیفی عملکرد خود و یا سطح کیفی عملکرد مورد انتظار مناقصه‌گزار اقدام به تخمین هزینه تمام شده پروژه گردد. راه‌حل ارائه شده برای برطرف کردن این مشکل استفاده از برآورد فاصله‌ای است.

دقت برآوردهای یک الگوریتم برآورد بهای تمام شده پروژه به میزان اطلاعات در دسترس از پروژه بستگی دارد. با آغاز و پیشرفت فرآیند اجرای پروژه، اطلاعات بیشتری از پروژه بدست می‌آید که باعث می‌شود برآوردهای پروژه به واقعیت نزدیک شده و دقیق‌تر انجام شود. اگر برآورد اولیه از میزان فعالیت لازم برای پروژه x نفر ساعت باشد، مقدار واقعی میزان فعالیت در یک دامنه حداقل و حداکثری بین 0.25x و 4x قرار دارد. این فاصله با پیشرفت اجرای پروژه، همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده، کمتر می‌شود [۳۳].



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

به بیش از ۶۰۰ درصد می‌رسد [۳۶]. دلایل این امر می‌تواند یکی از موارد زیر باشد:

- ساختار مدل‌ها
- پیچیدگی پروژه‌ها
- برآورد اندازه پروژه.

در ادامه به تفصیل به هر یک از این موارد پرداخته می‌شود.

۳-۱. ساختار مدل‌ها

اگرچه اکثر محققین و متخصصین با این موضوع موافقند که اندازه پروژه اصلی‌ترین عامل تعیین‌کننده میزان فعالیت لازم برای تکمیل پروژه است؛ اما رابطه بین اندازه و میزان فعالیت به روشنی مشخص نیست[۳۶]. بیشتر مدل‌ها میزان فعالیت را بر حسب اندازه تعیین می‌کنند و برای نشان دادن این موضوع که پروژه‌های بزرگتر فعالیت بیشتری لازم دارند، اندازه را به توان می‌رسانند ($Effort = Size^b$). این موضوع به‌طور تجربی تائید شده اما شواهد اندکی برای تائید علمی آن وجود دارد.

غالب مدل‌ها تحت شرایطی که در آن ایجاد شده‌اند خوب عمل می‌کنند اما هنگامی که برای سایر شرایط تعمیم داده می‌شوند ضعیف هستند. مدل‌هایی که بر پایه مجموعه اطلاعات محدودی استوارند بیشتر به ویژگی‌های خاص آن مجموعه متمایل هستند. این موضوع باعث افزایش دقت مدل در پروژه‌های مشابه می‌شود اما دامنه کاربرد مدل را محدود می‌کند.

۳-۲. پیچیدگی مدل‌ها

شرایط خاصی که در هر سازمان وجود دارد در میزان بهره‌وری آن موثر است[۳۷]. اکثر مدل‌ها عامل تعدیلی دارند که این تفاوت‌ها را به حساب می‌آورند. کاربران این مدل‌ها (تخمین‌گران) برای لحاظ کردن تفاوت بین پروژه خود با مجموعه اطلاعاتی که مدل بر اساس آن‌ها شکل گرفته، به این عامل تعدیل اطمینان می‌کند اما این گونه تعدیل‌ها معمولاً کافی نیستند.

کمرر اظهار می‌کند که استفاده از محرک‌های هزینه [۳۹] همیشه باعث بهبود دقت برآورد نمی‌شود. مدل‌ها فرض می‌کنند که این محرک‌های هزینه از هم مستقلند اما در عمل واقعا این‌طور نیست. خیلی از این عوامل بر یکدیگر اثر می‌گذارند و این باعث می‌شود که روی برخی ویژگی‌ها تاکید بیشتری داشته باشیم. از طرف دیگر این محرک‌های هزینه به شدت ذهنی هستند. به علاوه محاسبات عامل تعدیل معمولاً بسیار پیچیده است. برخی از مدل‌ها نیز روی عامل فناوری بسیار حساس اند، اما این عامل به راحتی محاسبه نمی‌شود.

۳-۳. برآورد اندازه پروژه

بیشتر مدل‌ها، برآوردی از اندازه پروژه را برای محاسبات خود لازم دارند. با این حال، برآورد اندازه پروژه در آغاز آن مشکل است. خیلی از مدل‌ها از تعداد نفرساعت برای تعیین اندازه پروژه استفاده می‌کنند که در مراحل اولیه کار، قبل از طراحی، تعیین آن دشوار است هرچند که می‌توان برای این منظور از روش Function Points استفاده کرد اما این روش نیز بسیار ذهنی است.

برآوردهای اندازه پروژه ممکن است بسیار نادقیق باشند. برای حصول اطمینان از انجام دقیق پیش بینی اندازه، باید روش‌های برآورد و مجموعه داده‌های موجود با هم سازگار باشند. اگر روشی که برای برآورد اندازه پروژه مورد استفاده قرار می‌گیرد با روشی که در عمل پروژه اجرا می‌شود یکسان نباشند مدل به نتایج دقیق دست نخواهد یافت[۳۹].

۴. برآورد زمان تکمیل پروژه

مناقصه‌گران همان‌طور که میزان فعالیت لازم برای تکمیل پروژه و هزینه کل پروژه را برآورد می‌کنند به مقدار زمان لازم برای اجرای پروژه هم نیاز دارند. مدت زمان لازم برای تکمیل پروژه جدول زمان‌بندی پروژه [۴۱]خوانده می‌شود. سازمان‌ها خواستار آن هستند که زمان‌بندی پروژه را کاهش دهند تا بتوانند بهره‌وری خود را افزایش و منافع بیشتری حاصل نمایند.

برخی از مناقصه‌گران ترجیح می‌دهند برای برآورد زمان تکمیل پروژه به جای استفاده از برآورد نقطه‌ای از برآورد فاصله‌ای استفاده کنند. برای این منظور وقتی که مقدار فعالیت از طریق یکی از روش‌های مطرح شده برآورد شد با در نظر گرفتن میزان منابع (شامل انسانی و...) موجود و توالی اجرای فعالیت‌ها اقدام به برآورد زمان اجرای پروژه می‌شود. سپس براساس مقادیر جدول ذیل و مرحله‌ای که برآورد زمان پروژه در آن صورت می‌گیرد مقادیر خوشبینانه و بدبینانه زمان تکمیل پروژه بدست می‌آید.

جدول۲: برآورد فاصله‌ای زمان تکمیل پروژه

مرحله پروژه	برآورد خوش بینانه	برآورد بدبینانه
قبل از طراحی و مهندسی	۰/۵۰	۲/۰
در هنگام طراحی	۰/۶۷	۱/۵
در هنگام اجرا	۰/۸۰	۱/۲۵

جمع‌بندی و ملاحظات

تکنیک‌های مختلفی برای برآورد بهای تمام شده پروژه‌های خدمات مهندسی وجود دارد که هر یک از آن‌ها نقاط قوت و ضعف خاص خود را دارند. هر یک از این مدل‌ها نیاز به اطلاعات مختلفی در مورد پروژه دارند لذا اگر اطلاعات مورد نیاز مدل دقیق نباشد برآورد حاصل درست نخواهد بود. بنابراین برای پروژه‌های بزرگ باید از چند تکنیک برآورد استفاده کرد و نتایج را مقایسه نمود. اگر این برآوردها تفاوت فاحشی داشته باشند احتمالا اطلاعات موجود در مورد پروژه و فرآیند اجرای آن برای برآورد کافی نیست. با این حال در بسیاری از موارد برآورد هزینه می‌بایست از روی اطلاعات ناقص ناشی از نیازمندی‌های مناقصه‌گزار تهیه شود. این بدان معناست که برآوردکننده، اطلاعات ناچیزی در مورد کاری که باید انجام بشود دارد.

علیرغم ارائه مدل‌های مختلف برای برآورد بهای تمام شده پروژه‌های خدمات مهندسی، با این حال هیچ مدلی نتوانسته است به‌طور مداوم و در همه شرایط برآوردهای دقیقی ارائه کند. این بدان علت است که برخی از اطلاعات مهم پروژه در مراحل اولیه کار بسیار مبهم و ناقص هستند. هر چه پروژه‌های خدمات مهندسی پیچیده‌تر شوند برآورد بهای تمام شده آن‌ها با مدل‌های متداول کنونی مشکل تر و بی دقت‌تر می‌شود. اما مدل‌های مبتنی بر منطق فازی برای کار با این گونه اطلاعات دقیقتر هستند چراکه نتایج دقیقتری را حاصل می‌کند [۴۲].

از این نکته نباید غافل شد که هیچ برآوردی بدون خطا نیست و همواره درصدی از خطا وجود دارد. البته می‌توان از طریق تنظیم [۴۳] مدل با استفاده از داده‌های حاصل از فعالیت یک شرکت و تحلیل آماری آن‌ها، برآوردهای بهتری برای پروژه‌های آن شرکت به دست آورد که این موضوع نیازمند تحقیق و بررسی می‌باشد.

پی‌نوشت

۱. صفوی ۱۳۷۹ ص ۵۸.

2. Longsteert, 2004 .
3. Project Development Life-cycle (PDLC).
4. Mann and Powers, 2003.
5. Effort Cost.
6. Boehm and Clark, 1995 .
7. Algorithmic Cost Modeling.
8. Expert Judgment.
9. Estimation by Analogy.
10. Parkinson's Law.
11. Price to win.
12. Top – Down.
13. Bottom – Up.
14. Sommerville, 2004.
15. Jørgensen, et. al., 2004.
16. Neighbor .
17. Analogy.
18. Mittas, el. al 2007.
19. Boehm.
20. Outsourcing.
21. Redevelopment.
22. Reuse.
23. Sommerville, 2004.
24. Jørgensen, et. al., 2007.
25. Domain of application.
26. Sicilia, et al, 1999.
27. Real Inputs.
28. Linguistic Labels.
29. Sicilia, et al, 1999.
30. Fei, and Liu, 1992.

۳۱. استانداردهای تعریف شده توسط سازمان توسعه صنعتی سازمان ملل (UNIDO).

32. Sequential.
33. Boehm, et al.,1995.
34. User identifiable process.
35. Kemmerer.

36. Johnson 1998.
37. Johnson 1998.
38. Johnson 1998.
39. Cost driver .
40. Johnson 1998.
41. Project Schedule.
42. Sicilia, et al, 1999.
43. Calibration.

منابع

صفوی، فرخ، سیاست‌های قیمت گذاری برای شرکت‌ها و کارخانه‌های ایـــران، جـــزوه درس مـــدیریت بـــازار، نیمســـال اول ۸۰-۱۳۷۹، ص ۵۸.

Boehm, B.W., B. K. Clark, E. Horowitz, R. Madachy, R.W .Selby, and C. Westland, "Cost Models for Future Software Processes: Cocomo 2 ",۰.Annals of Software Engineering, 1995.

Boehm, B.W., B. K. Clark, "An Overview of the Cocomo 2.0 Software Cost Model", Available from the Center for Software Engineering, University of Southern California, 1995.

Fei, Z. Liu, X., "F-COCOMO: Fuzzy Constructive Cost Model in Software engineering", *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, San Diego, CA, USA, 1992.

Johnson, K., " Software Cost Estimation: Metrics and Models ", Department of Computer Science, University of Calgary. Alberta, CANADA, 1998.

Jørgensen, M. and D.I.K. Sjøberg, "The Impact of Customer Expectation on Software Development Effort Estimates", I*nternational Journal of Project Management*, 22(4), 317, 325, 2004.

Jørgensen, M. and Martin Shepperd, "A Systematic Review of Software Development Cost Estimation Studies", Ieee *Transactions on Software Engieeting*, 33(1), 2007.

Longsteert, D., " Function Point Training Course ", www.softwaremetrics.com, 2004.

Mann, S.V., Powers, E.A., "Determinants of Bond Tender Offer Prices and Tendering Rates," University of South Carolina Working Paper, 2003.

Mittas, N., el. al., "Improving Analogy – Based Software Cost Estimation by a Resampling Method ", *Information and Software Technology*, 2007.

Sicilia, M.A., et al, "Software Cost Estimation with Fuzzy Inputs: Fuzzy Modeling and Aggregation of Cost Drivers", *KYBERNETIKA* – Vol. 35, 1999.

Sommerville, I., Software Engineering, 7th edition, Pearson Education , 2004.