



## مهندسی ارزش در ساخت پروژه‌های آبیاری و زهکشی در ایران

نوشته:

علی کبیری<sup>۱</sup>، سید مهدی رضوی<sup>۲</sup>

چکیده:

مهندسی ارزش روشی است سیستماتیک، جامع‌نگر و خلاق، که از یک تیم چند تخصصی جهت حل مسأله یا افزایش ارزش پروژه (که می‌تواند ترکیبی از کاهش هزینه، کاهش زمان، افزایش کیفیت، ساخت پذیری، ایمنی و ... باشد) طی یک فرآیند کوتاه مدت استفاده می‌کند. این مقاله به بررسی کاربرد مهندسی ارزش پس از طراحی (ساخت، بهره‌برداری، بازسازی و جایگزینی) با تمرکز بر مرحله ساخت می‌پردازد و سعی می‌کند با مرور آیین‌نامه سازمان مدیریت در رابطه با پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش، توصیه‌هایی جهت توسعه به‌کارگیری مهندسی ارزش در این مراحل ارائه نماید.

**کلمات کلیدی:** ساخت، بهره‌برداری، شبکه‌های آبیاری و زهکشی، مهندسی ارزش، پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش

### ۱- مقدمه

از ابزارهای بین‌المللی جدید مدیریتی که علاوه بر مطرح شدن به عنوان یک ضرورت در بسیاری از سازمان‌ها، دستگاه‌های دولتی و شرکت‌ها، جایگاه خود را در آیین‌نامه‌ها، قوانین و راهنماها باز کرده‌است، متدولوژی ارزش می‌باشد که با نام‌های مهندسی ارزش، تحلیل ارزش، مدیریت ارزش و ... با شباهت کلی اصول و مراحل، و تفاوت جزئی در دامنه کار نمود پیدا کرده است. از ابداع آن در سال ۱۹۴۷، تا سال ۲۰۰۱ میلادی که به صورت جدی در عرصه قوانین ایران (برنامه سوم و چهارم توسعه) وارد گردید، فاصله زمانی زیادی (در حدود ۶۰ سال) وجود دارد که امکان استفاده از تجارب و آموخته‌های کشورهای پیشرو در این زمینه را فراهم می‌نماید. از نمونه این موارد «دستورالعمل

<sup>۱</sup> کارشناسی مهندسی آبیاری و زهکشی - کارشناس مهندسی ارزش و ارزیابی اقتصادی سد و شبکه، شرکت مهندسان مشاور گزیت کارآ

<sup>۲</sup> کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت - دبیر اندیشگاه مهندسی ارزش شرکت مهندسان مشاور گزیت کارآ

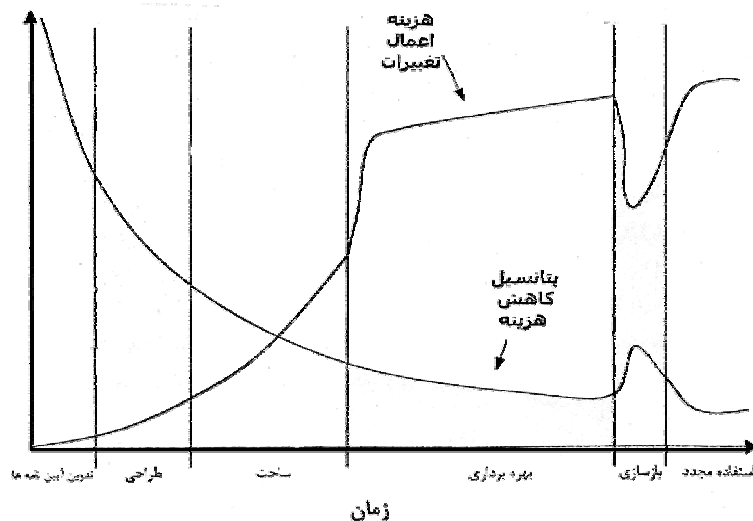
مهندسی ارزش در دوره ساخت» سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی می‌باشد که برداشت نزدیکی از چند آیین‌نامه خارجی از جمله «برنامه مهندسی ارزش»<sup>1</sup> می‌باشد.

طبق تعریف انجمن بین‌المللی مهندسی ارزش، این روش «فرآیندی است سیستماتیک، جامع‌نگر، خلاق و مبتنی بر کار تیمی جهت دستیابی به کارکرد سیستم، محصول، خدمت و یا طرح، با کمترین هزینه دوره طول عمر پروژه، با حفظ یا ارتقاء کیفیت یا ایمنی قابل قبول»

## 2- زمان انجام مطالعه ارزش

انتخاب زمان مطالعات مهندسی ارزش برای پروژه‌ها، گاه به اندازه کیفیت مطالعات در بهبود ارزش مؤثر و تعیین‌کننده است. در کشورهای پیشرو در زمینه مهندسی ارزش، مانند آمریکا، هنگ‌کنگ، کانادا و ... برای پروژه‌هایی که شرایط خاصی (میزان پیچیدگی متوسط یا هزینه بیش از مقدار معین) را داشته باشند، اعمال مهندسی ارزش در مراحل برنامه‌ریزی و طراحی اجباری می‌باشد. به علاوه راه را برای اعمال مهندسی ارزش داوطلبانه از طرف پیمانکار و یا با تشخیص و صلاحدید کارفرما یا مدیر پروژه در مراحل ساخت باز می‌گذارد.

اصولاً هر چه مهندسی ارزش زودتر انجام شود به دلیل ذهنی و انعطاف‌پذیرتر بودن طرح و وجود محدودیت‌های کمتر، توان بهبود ارزش بیشتری وجود دارد. با پیشرفت پروژه از مرحله مقدماتی به طراحی تفصیلی، امکان تغییر در سطوح بالای پروژه از دست می‌رود. با شروع مرحله ساخت این امکان کاهش یافته و توانایی مانور گروه‌های مطالعات مهندسی ارزش محدود می‌شود. در فاز بهره‌برداری غالباً باید بین چند گزینه بهره‌برداری، یک (یا چند) گزینه را انتخاب نمود. مجدداً با ورود به فاز بازسازی، بر امکان بهبود ارزش طرح افزوده می‌شود، چون در آن مرحله می‌توان به ایجاد گزینه‌های جدید و تغییرات کلی امیدوار بود.



نمودار هزینه اعمال تغییرات و پتانسیل کاهش هزینه در فازهای مختلف طرح

<sup>1</sup> "Value Engineering Program", Engineering Policy, No. 510-001(p), USA, 1998

گروهی از متخصصان قبل از این مراحل به فاز دیگری به نام تدوین دستورالعمل‌ها، معیارها و آیین‌نامه توجه می‌کنند. تأکید این گروه این است که با ایجاد تغییر در آیین‌نامه‌ها (به طور مثال هماهنگ‌سازی با پیشرفت‌های تکنولوژی) و کارکردگرا کردن استانداردها، امکان ایجاد طرح‌هایی با ارزش بالاتر (استفاده بیشتر از منابع مالی، زیست محیطی، زمان و...) را فراهم نمود.

به همین نسبت نیز پذیرش عمومی در قبال اعمال تغییرات در طول عمر مفید پروژه تغییر می‌کند. به طور مثال با ورود به مرحله ساخت و بهره‌برداری تمایل به اعمال تغییرات کاهش یافته و مقاومت‌ها افزایش می‌یابد.

هزینه اعمال تغییرات اغلب روندی عکس روند مذکور دارد. در قسمت آیین‌نامه‌ها و نیز قسمت خدمات مهندسی (شامل مطالعات مقدماتی و طراحی تفصیلی) چون موضوع مطالعه «نرم» می‌باشد، امکان تغییر، دخالت و بازبینی با صرف هزینه و زمان بسیار کمتری میسر می‌باشد.

در مرحله ساخت، امکان اعمال تغییرات با ساخت هر قسمت کاهش می‌یابد. با ورود به مرحله بهره‌برداری و برچیدن کارگاه، هزینه اعمال کوچکترین تغییرات فیزیکی، به میزان زیادی افزایش می‌یابد. در این محدوده، تغییرات به نحوه بهره‌برداری از پروژه و اصلاحات جزئی محدود می‌گردد.

در مرحله بازسازی یا توسعه طرح، به علت در دسترس بودن امکانات و ماشین‌آلات ساخت، ضرورت توقف یا محدود کردن بهره‌برداری و بررسی و بازنگری مجدد طرح، امکان اعمال تغییرات در قالب پیشنهادیه مهندسی ارزش افزایش می‌یابد.

### بررسی مسأله/فرصت در مراحل مختلف پس از طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی

اجرای شبکه‌های آبیاری و زهکشی، عموماً به عنوان مکمل طرح‌های بزرگ منابع آب از جمله سدها، مورد توجه بوده و در تحقیق درآمدهای این‌گونه طرح‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، به نحوی که در آیین‌نامه بهره‌برداری و نگهداری از سدها به بهره‌برداری رسیدن همزمان سد و شبکه آبیاری و زهکشی پایین دست آن مورد تأکید قرار گرفته است. لذا اجرای شبکه‌های آبیاری و زهکشی، علاوه بر هزینه‌های قابل توجهی که در پی دارند، از لحاظ زمان بهره‌برداری نیز حساسیت‌های زیادی را دارا هستند، زیرا همانگونه که گفته شد تأخیر در بهره‌برداری از آنها هزینه‌های مادی و غیرمادی قابل توجهی را در پی خواهد داشت.

از دیگر سو، طرح‌های بهبود و توسعه کشاورزی نیز عمده‌تاً وابسته به شبکه‌های آبیاری و زهکشی می‌باشند. در این‌گونه طرح‌ها نیز، در صورت عدم اجرای به موقع و یا بهره‌برداری به‌هنگام و صحیح شبکه‌های آبیاری و زهکشی احتمال کاهش و یا حتی از بین رفتن بخشی از درآمدهای اقتصادی طرح و همینطور منطقه تحت پوشش آن طی چندین سال وجود خواهد داشت.

مجموعه موارد فوق الذکر، گویای این مطلب است که برآورد فرصت کاهش هزینه در مراحل مختلف طراحی، اجرا، بهره‌برداری و بازسازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی، نیازمند توجه بیشتر بوده و با در نظر گرفتن مواردی چون منافع ذینفعان مستقیم و غیرمستقیم طرح و نیز طرح‌های وابسته، پتانسیل مطالعه ارزش قابل توجه خواهد بود.

به علاوه مهندسی ارزش می‌تواند جهت کاهش زمان اجرا (یا رساندن پروژه به زمان پیش‌بینی شده برای پروژه‌های تأخیردار) کاهش خسارات زیست‌محیطی، استفاده بهینه از منابع موجود محلی، رفع نواقص طراحی یا مشکلات اجرایی محیطی - که بروز آنها بسیار متحمل می‌باشد - مورد استفاده قرار گیرد.

قاعده کلی این است که هر جا بتوان مسأله‌ای را تعریف نمود، مهندسی ارزش می‌تواند از خلاقیت یک تیم با سابقه و متخصص در جهت تهیه فهرست توصیه‌ها یا گزینه‌هایی که دربردارنده ارزش بالاتر (به طور مثال زمان کمتر، هزینه کمتر، کیفیت بالاتر، ایمنی بالاتر و ...) باشد استفاده نماید.

به طور مثال، یک مطالعه 40 ساعته مهندسی ارزش بر روی پروژه اصلاح سیستم کلرزی دایمر در جنوب شرق کالیفرنیا انجام گرفت. پروژه در مرحله اتمام کامل طراحی (100%) قرار داشت؛ درحالی‌که تا قبل از آن در ایالت فوق، بطور معمول روی چنین پروژه‌هایی مطالعه ارزش صورت نمی‌گرفت. در این پروژه هزینه کل 3/8 میلیون دلار بود که تنها 2/3 میلیون دلار از هزینه پروژه صرف خریداری، نصب تجهیزات و هزینه‌های ساخت می‌شد. نتایج پیشنهادات ارائه شده عبارت بودند از کاهش تبخیر بیش از حد کلر، حذف عملیات برش لوله و علاوه بر آن حذف و کاهش اندازه دریچه‌های بازدید؛ درنهایت با صرف 5,000 دلار جهت انجام مطالعه ارزش، 100,000 دلار صرفه جویی (20:1) حاصل گردید.

در ادامه، امکان انجام مطالعه ارزش در مراحل مختلف پس از طراحی بررسی می‌گردد. بدیهی است به دلیل رواج مطالعات مهندسی ارزش توسط پیمانکار در این فاز، تمرکز اصلی بر روی این‌گونه مطالعات می‌باشد.

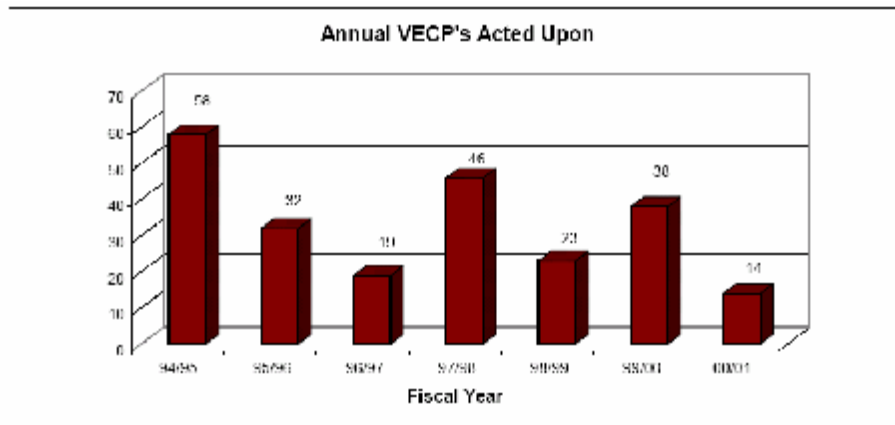
#### الف - مطالعه ارزش در حین ساخت توسط پیمانکار

مهمترین بخش بهبود ارزش، پس از تکمیل طراحی پروژه و شروع ساخت، پیشنهادات پیمانکار یا «پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش» (VECP)<sup>1</sup> می‌باشد. از دیدگاه سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، آن‌گونه که در دستورالعمل مربوطه آمده است «پیشنهاد تغییر با نگاه مهندسی ارزش» عبارت است از «پیشنهادی که در مدت پیمان از جانب پیمانکار و به منظور کاهش هزینه‌های اجرا، بهره‌برداری و نگهداری، ارتقای کارایی و یا سایر منافع کارفرما ارایه می‌گردد و در عین حال، انجام کارها باید با کیفیتی بهتر و یا طبق پیمان صورت پذیرد.»

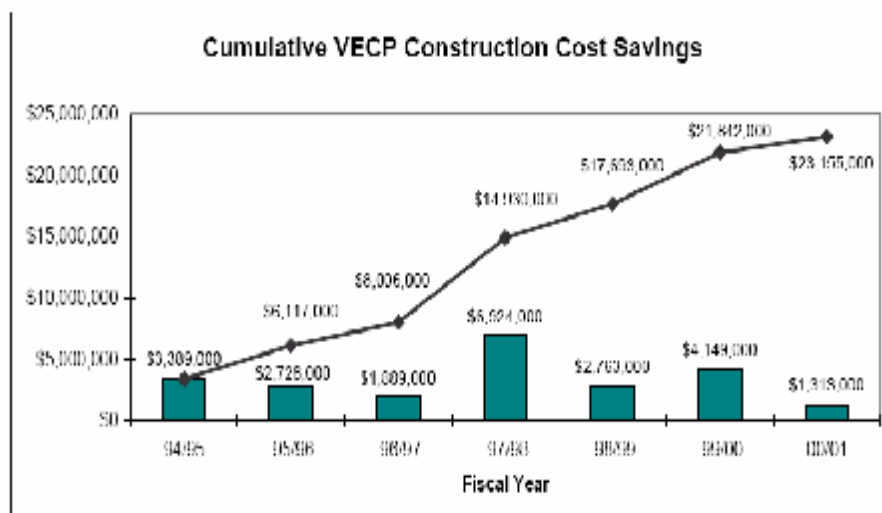
«استاندارد مهندسی ارزش در ساخت» در ایالات متحده، پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش را به صورت زیر تعریف کرده است: «یک سند مکتوب ارائه شده توسط پیمانکار (مطابق با دستورالعمل مربوطه) و حاوی پیشنهاداتی است که -با اصلاح نیازهای قرارداد پروژه، و در نتیجه ایجاد تغییرات محدود در مصالح و یا روش‌های اجرای پروژه- در صورت موافقت و اجرا، باعث صرفه‌جویی‌هایی در هزینه و احتمالاً کاهش زمان اجرای پروژه گردد. باید توجه داشت که تغییرات روش‌های اجرایی و یا مصالح، بدون تغییر در اسناد پروژه، پیشنهاد تغییر محسوب نمی‌شوند.»

در سال 1996 در ایالات متحده بیش از 20 میلیارد دلار صرفه‌جویی در اثر ارائه پیشنهاد تغییر ایجاد گردید. تنها در یک اداره راه محلی در فاصله سالهای 1991 تا 1993 بیش از 460 میلیون دلار صرفه‌جویی ایجاد گردید که پاداش پیمانکاران 158 میلیون دلار بود. تنها در یک قرارداد نزدیک به 98 میلیون دلار صرفه‌جویی گردید که پاداش پیمانکاران 50 میلیون دلار شد. همچنین تعداد و صرفه‌جویی ناشی از ارائه پیشنهادهای تغییر به روش مهندسی ارزش در اداره راه ایالت فلوریدا، در سالهای اخیر به صورت زیر می‌باشد:

<sup>1</sup> Value Engineering Change Proposal



آمار سالانه ارائه پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش در اداره راه ایالت فلوریدا



صرفه جویی ناشی از پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش در اداره راه ایالت فلوریدا

در ایالات متحده منافع ارائه پیشنهاد تغییر، شرکت‌های پیمانکار را به تکاپو واداشته است. میزان سود یک قرارداد 10 میلیون دلاری، در صورت اتمام صحیح طرح و دستیابی به موفقیت کامل، حدود 6 درصد (یعنی 600 هزار دلار) خواهد بود، در صورتی که پاداش یک پیشنهاد مهندسی ارزش یک میلیون دلاری به تنهایی به 500 هزار دلار می‌رسد.

نمونه‌های زیادی از این موفقیتها را می‌توان نام برد. به طور مثال پیمانکار یک طرح در ایالات متحده پیشنهادی را به همین روش ارائه داد که حدود یک میلیون دلار کاهش هزینه در پی داشت. در نتیجه 500 هزار دلار از این صرفه‌جویی به عنوان سهم این شرکت پرداخت گردید. بلافاصله پس از پذیرش این پیشنهاد تغییر، این شرکت همان توصیه را (با تغییرات اندکی) در چهار طرح مشابه، پیشنهاد کرد و در کمتر از سه ماه 2/5 میلیون دلار به دست آورد.

## الف-1- زمان ارائه پیشنهاد تغییر

طبق دستورالعمل مذکور در ایران، «پیمانکار، در هر زمان از عقد پیمان تا تحویل کار، می‌تواند پیشنهادهای تغییر خود را که دارای خصوصیات یک پیشنهاد تغییر قابل بررسی باشد، ارائه نماید. با این حال، یکی از مناسب‌ترین زمان‌ها برای ارائه پیشنهاد تغییر، که پتانسیل زیادی برای صرفه‌جویی در آن وجود دارد، زمان بعد از عقد پیمان و قبل از آغاز عملیات اجرایی و هم‌زمان با تجهیز کارگاه است. در این زمان، هنوز هیچ قسمت از کار اجرا نشده و ایجاد تغییر با هزینه و زمان کمتری امکان‌پذیر است.» در عین حال با توجه به زمان زیاد پروژه‌های عمرانی، در هر مرحله پیمانکار می‌تواند پیشنهاد خود را ارائه نماید. دستورالعمل سازمان مدیریت، برگزاری یک کارگاه را برای دستیابی به پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش، توصیه می‌کند؛ گرچه مانند قوانین سایر کشورها، شرط الزامی جهت قبول پیشنهاد را برگزاری کارگاه نمی‌داند و نحوه تهیه پیشنهاد می‌تواند آزاد باشد.

## الف-2- خصوصیات یک پیشنهاد تغییر قابل بررسی

ماده قانونی دستورالعمل سازمان مدیریت به شرح زیر می‌باشد:

«پیشنهاد تغییر ارائه شده از طرف پیمانکار، باید دارای تمام خصوصیات و مشخصات زیر باشد، تا قابل بررسی تشخیص داده شود. در صورتی که پیشنهاد تغییر ارائه شده حاوی هر یک از موارد زیر نباشد، قابل بررسی نیست.

- پیشنهاد تغییر، باید توسط پیمانکار اصلی (دست اول) ارائه شود.
- پیشنهاد تغییر باید منجر به تغییری در موارد لازم الاجرا در پیمان، مانند تغییر مقادیر، تغییر مشخصات فنی و نقشه‌ها و یا کاهش مبلغ پیمان بشود. در صورتی که تغییرهای ناشی از پیشنهاد تغییر به نحوی باشد که در چارچوب اختیارات پیمانکار در مفاد پیمان بگنجد، پیشنهاد تغییر محسوب نشده و پیمانکار می‌تواند با استفاده از اختیار خود رأساً عمل کند. برای مثال، تغییر روش اجرا، مادام که منجر به تغییر مشخصات فنی و موارد قراردادی نگردد و مورد تأیید مهندس مشاور باشد، در حدود اختیار پیمانکار بوده و می‌تواند توسط او تغییر یابد.
- پیشنهاد تغییر نباید منجر به تغییرهای غیر مجاز زیر در پیمان شود:
  - کارآیی نهایی را کاهش دهد.
  - صرفاً در نوع پیمان تغییر بوجود آورد (مثلاً پیشنهاد تغییر پیمان از قیمت مقطوع به فهرست بهایی قابل بررسی نیست).
  - باعث کاهش استانداردهای ایمنی و طراحی، عمر بهره‌برداری، سهولت نگهداری و ظاهر مطلوب شود.
  - باعث تأخیر در تحویل پروژه گردد.
  - اثرات منفی زیست محیطی به دنبال داشته باشد.
- پیشنهاد تغییر، هزینه‌های کل واقعی طرح (هزینه‌های ساخت، بهره‌برداری، نگهداری و پشتیبانی طول عمر پروژه، با توجه به هزینه‌های تهیه و ارزیابی پیشنهاد تغییر) را کاهش دهد.

- پیشنهاد تغییر، باید واجد عملکردها و هدف‌های نهایی پیمان باشد و خواسته‌های اصلی کارفرما در پیمان را بدون تلفیق یا حذف یک یا چند مورد از آنها، حفظ کند. به عبارت دیگر، پیشنهاد تغییر نباید به عملکردها و هدف‌های اصلی پیمان آسیب رساند.
  - پیشنهاد تغییر، باید شامل اطلاعات لازم برای ارزیابی باشد.
  - پیشنهاد تغییر، باید واجد مشخصات زمانی باشد و در آن، برنامه زمانی اجرای پیشنهاد تغییر مشخص شود.
- موارد ذکر شده کاملاً مشابه با آیین‌نامه مشابه آن در ایالات متحده می‌باشد.

### الف-3- روند گردش کار

ارائه یک پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش در ایران بدین صورت است که ابتدا پیمانکار پیشنهاد اولیه‌ای (پیشنهاد مفهومی) را تهیه کرده و به مهندس مشاور طرح و کارفرما ارائه می‌نماید. کارفرما ضمن بررسی آن در حداکثر 14 روز در مورد تصویب، رد یا پذیرش مشروط پیشنهاد تصمیم‌گیری می‌کند و در صورت رد، دلایل را به پیمانکار ارائه می‌نماید. در صورت قبول یا قبول مشروط، پیمانکار پیشنهاد را تکمیل کرده و در ساختار مناسب و بصورت رسمی ارائه می‌نماید. این پیشنهاد شامل شرح کامل پیشنهاد و طرح مبنا، مقایسه منافع و مضرات هر کدام، مخاطرات حاصل از ایده، آخرین برنامه زمان‌بندی به روز شده و تغییرات ناشی از پیشنهاد، ریز محاسبات فنی و نقشه‌های تفصیلی، برآورد تغییر در هزینه‌های طول عمر و مشخصات تکمیلی را ارائه می‌نماید.

سپس کارفرما در صورت قابل بررسی بودن پیشنهاد، ظرف 7 روز آن را به مشاور یا گروه ارزیابی ابلاغ می‌نماید. مشاور 21 روز و گروه ارزیابی 7 روز فرصت دارد تا با بررسی پیشنهاد، نظر خود را اعلام نماید (دلایل رد پیشنهاد و یا گواهی قبول). مرجع بررسی، در انتها گزارش توجیهی کاملی مشتمل بر عملی بودن پیشنهاد تغییر، کیفیت فنی و ضریب اطمینان، عدم کاهش عمر مفید، عدم وارد آمدن آسیب به ظاهر کار، شرایط بهره‌برداری، توجیه اقتصادی، محدودیت‌ها، مخاطرات، مزایا و معایب و شرایط خاص پیشنهاد را ارائه می‌نماید.

کارفرما به عنوان مرجع نهایی بررسی پیشنهاد، حداکثر ظرف مدت 42 روز از دریافت پیشنهاد، نتیجه را به پیمانکار اعلام می‌نماید. در صورتی که پیشنهاد تغییر کمتر 1000 میلیون ریال و یا 0/001 مبلغ پیمان باشد مرجع بررسی کننده مشاور و در غیر این صورت گروه ارزیابی می‌باشد و مشاور نظر خود را تنها بصورت توصیه ارائه می‌دهد.

گروه ارزیابی، جمعی از متخصصان ذی‌صلاح و با تجربه در زمینه مورد بررسی و نماینده‌ای از کارفرما (ترجیحاً مجری طرح) هستند که پیشنهاد و نظر مشاور را از جهات مختلف ارزیابی نموده و نظر خود را اعلام می‌نمایند.

در استاندارد آمریکا، جهت بررسی پیشنهاد کارفرما یک تیم مهندسی ارزش تشکیل می‌شود و از آرای آنان در جهت قبول یا رد یا قبول مشروط، تصمیم‌سازی می‌گردد.

در ایران، همچون شیوه معمول آن، روند تقدیم پروپزال شامل تهیه یک پروپزال اولیه و یک پروپزال رسمی است. ارزیابی فنی پیشنهاد شامل مبانی طراحی، موارد مربوط به دوره عمر طرح، ایمنی، محیط زیست، تأثیر وضعیت محلی، مطلوبیت ظاهری و ارزیابی اقتصادی شامل فهرست مقایسه‌ای هزینه‌های اولیه، هزینه‌های طول عمر، هزینه‌های تهیه پیشنهاد و هزینه‌های اجرایی کارفرما می‌باشد.



پیمانکار پرداخت می‌گردد. در محاسبه این پاداش، صرفه‌جویی‌های جانبی یا صرفه‌جویی‌های طول عمر پروژه (غیر از هزینه ساخت) محاسبه نمی‌گردد.

در ایران درصد اعطایی از صرفه‌جویی مالی بین 25 تا 45 درصد (ذکر شده در قرارداد یا براساس توافق حین اجرا) می‌باشد. در ضمن مزایایی همچون تمام هزینه آماده‌سازی پیشنهاد تا سقف 10 درصد صرفه‌جویی، در محاسبه پاداش پیمانکار در صورت قبول پیشنهاد و نصف آن در صورت رد پیشنهادیه رسمی از طرف کارفرما منظور می‌گردد.

به علاوه در دستورالعمل ایران، صرفه‌جویی در زمان، مستقیماً پاداش ندارد و پیمانکار باید در چهارچوب شرایط پیمان جهت دریافت پاداش کاهش مدت پیمان اقدام نماید. در عوض، در قوانین ایران به صورت جامع‌تری با هزینه‌ها برخورد گردیده‌است. به این صورت که به جای محاسبه کاهش هزینه ساخت، کاهش هزینه طول عمر پروژه مبنای پرداخت دستمزد به پیمانکار قرار می‌گیرد. این اختلاف هم می‌تواند ناشی از دید وسیع‌تر به مبحث هزینه باشد و هم می‌تواند باعث پیچیده‌تر شدن نحوه محاسبه دستمزد پیمانکار و به‌وجود آمدن مشکل گردد.

#### ب- مطالعه ارزش حین ساخت توسط کارفرما

در کشورهای پیشرو در زمینه متدولوژی ارزش با وجود دستورالعمل و پیاده‌سازی نظام‌مند آن (گاه تا 4 مطالعه در مراحل قبل از ساخت)، اغلب نیازی به مطالعه ارزش در حین ساخت احساس نمی‌شود. به علاوه سرعت ساخت و اجرا مانع انجام مطالعه می‌گردد. اما در ایران به دلیل بروز مسائل زیر، انجام مطالعه ارزش در حین ساخت و با دستور کارفرما (با توقف یا عدم توقف روند اجرا) معمول گردیده است:

الف: نوپابودن مهندسی ارزش و تمایل برخی از کارفرمایان به بهینه‌سازی طرح خویش حتی در حین ساخت

ب: شروع زودهنگام و سریع طرح‌های زیربنایی به دلایلی چون فشارهای سیاسی و ...  
ج: شروع یکباره طرح‌های عمرانی بعد از وقفه‌های طولانی بین طراحی و ساخت (که خود موجب کاهش ارزش طرح می‌گردد)

د: پدیدارشدن مشکلات اجرایی در حین ساخت (ناشی از نقص طراحی، عدم تحلیل دقیق محیط، طولانی‌شدن طرح، ...)

ه: تغییر مکرر اهداف و ابعاد طرح قبل از اتمام آن.

و: افزایش زمان یا هزینه در حین ساخت و بروز مشکلات مالی یا تأخیر در تحویل  
به طور مثال، در سد قلعه‌چای در مرحله اجرا، خواسته‌های کارفرما تغییر پیدا کرد و از مشاور تقاضای بررسی امکان افزایش ارتفاع سد به میزان 8 متر در سالهای آتی را نمود. به دلیل تداخل سرریز با بدنه سد در زمان ترفیع و نیز امکان افزایش حساسیت و مقاومت محلی به دلیل زیرآب رفتن زمین‌های روستایی، تصمیم گرفته شد مطالعه مهندسی ارزش جهت رفع آن توسط مهندسان مشاور کرایت کاراً بر روی طرح سرریز سد برگزار گردد. این مطالعه در ابتدا به این نتیجه رسید که هدف اصلی کارفرما نه ترفیع سد، بلکه افزایش میزان استحصال آب می‌باشد. در حین مطالعات ماشین‌های خاکبرداری در مقطع سرریز در حال رسیدن به خط پروژه (گزینه امکان ترفیع سد در سالهای آتی) بودند (24% پیشرفت فیزیکی پروژه) که کارفرما دستور توقف پروژه را داد. با این حال منافع حاصل از مطالعه، خسارات ناشی از وقفه در اجرا را پوشش داده و موفق به پیشنهاد 3 گزینه شد. در نهایت

گزینه نهایی، 6/5 میلیارد ریال کاهش هزینه و 2/5 ماه کاهش زمان را سبب گردید؛ درحالیکه در طرح مینا، کل هزینه سرریز 25 میلیارد ریال بود.

در سد آجی چای که مطالعه دیگر این شرکت بوده است، به دلیل بروز تردیدهایی در مورد ایمنی سد - که در 5 کیلومتری بالادست شهر تبریز قرار داشت - طراح، ترفیع سد و افزایش حجم مخزن را پیشنهاد کرده بود که خود باعث افزایش ارتفاع دایک حفاظتی روستای خواجه (واقع در حاشیه مخزن سد) می گردید و مسائل اجتماعی در پی داشت. مردم روستا زندگی در سایه یک دایک بیش از 6 متر را ایمن نمی دانستند. در این هنگام یک مطالعه ارزش طرح ریزی گردیده و در نهایت 3 گزینه پیشنهاد شد، که بین 7 تا 19 میلیارد ریال کاهش هزینه (13 تا 33 درصد هزینه کل) را در پی داشتند.

این در حالی بود که پیشرفت فیزیکی پروژه حدود 45 درصد و طرح در حال اجرا بود، که به دلیل درخواست توقف توسط کارفرما، پیمانکار درخواست جبران خسارت توقف کار نمود. در نهایت نیز عملیات خاکبرداری در میانه مطالعات به حالت توقف درآمد؛ درحالی که اگر همزمان با آغاز مطالعه متوقف می گردید، گزینه منتخب تیم مهندسی ارزش، عوض می شد. به بیان دیگر ادامه فعالیت اجرایی در حین مطالعات ارزش حتی باعث تغییر گزینه منتخب تیم و کاهش امکان بهبود طرح گردید.

### ج - مهندسی ارزش پس از ساخت (بهره برداری)

بهره برداری شبکه های آبیاری و زهکشی، به دلیل تعدد ذینفعان آنها و نیز وسعت دامنه مسائل اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی مرتبط، دارای حساسیت های ویژه ای است. از دیگر سو هزینه های سالیانه بهره برداری و نگهداری شبکه ها و بخصوص شبکه های فرعی نسبت به دیگر طرح های عمرانی، رقم قابل توجهی را به خود اختصاص می دهد. مطابق دستورالعمل های موجود، هزینه بهره برداری و نگهداری شبکه های آبیاری و زهکشی در سطوح مختلف، سالانه بین 1 تا 3 درصد هزینه ثابت سرمایه ای محاسبه می گردد. به طور مثال در مورد شبکه آبیاری و زهکشی سد سیکان، این هزینه برای شبکه های اصلی 1/5 درصد و برای شبکه فرعی 3 درصد در نظر گرفته شده است.

### هزینه های بهره برداری و نگهداری شبکه های آبیاری و زهکشی چند سد

مشاور	سال محاسبه	ساخت شبکه آبیاری و زهکشی مبلغ (میلیون ریال)	هزینه سالانه بهره برداری و نگهداری از شبکه آبیاری و زهکشی		نام پروژه
			مبلغ (میلیون ریال)	درصد	
مهتاب قدس	1374	42876	696	6/1 %	شبکه آبیاری و زهکشی دشت ساری (سد شهید رجایی)
قدس نیرو	1374	24750	619	5/2 %	شبکه آبیاری و زهکشی سد مخزنی شهید مدنی
بند آب	1381	44711	971	2/2 %	شبکه آبیاری و زهکشی عجب شیر

بنابراین اعمال مهندسی ارزش در این مرحله نیز در مورد شبکه‌های آبیاری و زهکشی، مقرون به صرفه بوده و پتانسیل زیادی را در جهت کاهش هزینه، افزایش کارایی و علاوه بر این پیش‌گیری و یا حل به موقع مسائل اجتماعی و زیست محیطی مربوطه دارد.

علاوه بر این به کارگیری متدولوژی ارزش در برنامه‌ریزی و مدیریت مراحل مختلف بهره‌برداری، امکان آموزش و همچنین گردآوری آرا و ایده‌های بهره‌برداران، ذینفعان و تأثیرپذیرندگان پروژه را ایجاد کرده و بدلیل ارتباط نزدیک کشاورزی با توسعه پایدار اقتصادی و اجتماعی مناطق مختلف، فرصت‌های جدیدی را در جهت توسعه پایدار ایجاد کرده و باعث خواهد شد تا عملیات بهره‌برداری و نگهداری با هزینه کمتر و ایمنی و کارایی بیشتر میسر گردد.

#### د - مطالعه ارزش پس از ساخت (بازسازی، توسعه یا جایگزینی)

این بخش از پروژه‌های عمرانی، عمدتاً دارای مسائلی هستند که شیوه برخورد با آنها مشابه مراحل ابتدای طراحی و اجرا است. علاوه بر این که محدودیت‌ها و ریسک‌های ویژه‌ای را نیز داراست که بعضاً در طراحی اولیه دیده نشده است.

اجرای عملیات عمرانی در شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ممکن است منجر به توقف بهره‌برداری و در نتیجه ایجاد خسارات متعدد و قابل توجه اقتصادی، چه از لحاظ بهره‌برداران و چه از لحاظ ذینفعان و تأثیرپذیرندگان طرح گردد. از سوی دیگر با توجه به وابستگی معشیت مردم به این گونه طرح‌ها، احتمال بوجود آمدن مشکلات اجتماعی نیز وجود دارد. در مجموع این مرحله از عمر شبکه‌های آبیاری و زهکشی دارای ریسک و هزینه‌های ویژه‌ای هستند.

از دیگر سو برخی مسائل در دوران بهره‌برداری، تغییرات عمده‌ای را در طرح طلب می‌کند که امکان این تغییرات در مرحله بازسازی وجود دارد، زیرا علاوه بر کاهش حساسیت‌ها نسبت به تغییر طرح در این مرحله، ممکن است عوامل دیگری همچون وجود تجهیزات و امکانات تغییر در زمان بازسازی در محل مورد نظر نیز در تسریع آن مؤثر واقع گردد. در نهایت چنین تغییرات عمده‌ای مستلزم بررسی گزینه‌های مختلف و جمع‌آوری و توسعه تمامی ایده‌ها در جهت کاهش ریسک و هزینه است. مهندسی ارزش، با توجه به ماهیت کارکردگرا و خلاق آن و با در نظر گرفتن حضور یک تیم چند تخصصه و چندجانبه‌نگر در آن، در کاهش ریسک، هزینه‌ها و حتی زمان بازسازی در کنار افزایش کارایی مؤثر خواهد بود. به طور مثال می‌توان به مطالعه ارزش در مورد حفاظت شهر در قبال سیلاب‌ها در حوزه رودخانه آگاسیز اشاره کرد.

رودخانه آگاسیز از شهر وینیپگ واقع در کانادا عبور می‌کند. سیلاب‌های 1995 و 1996 باعث شد که مسئولین مربوطه دریابند سیلاب‌ها موجود (سیلاب‌ها سرخ) پس از سال‌ها استفاده و تغییر در مشخصات آن، ایمنی مورد انتظار آنان را برآورده نمی‌کند و لذا باید در تدارک یک طرح و برنامه جهت حفاظت و خنثی‌سازی سیلاب‌ها باشند. بنابراین، یک مطالعه ارزش در مورد حفاظت شهر در قبال سیلاب‌ها تعریف شد که هدف آن افزایش ظرفیت سیلاب‌ها رودخانه به حجم 3964 مترمکعب و کنترل سطح آب در سیلاب‌ها سرخ، جهت حفاظت شهر در فصل تابستان بود. در فاز خلاقیت 180 ایده مطرح شد، که در جهت بهبود پروژه، افزایش قابلیت اطمینان، بهبود زمان‌بندی‌های فعالیت‌های پروژه، کاهش هزینه‌های طول عمر و هزینه‌های عملیاتی، کاهش اثرات زیست‌محیطی و دیگر موارد بودند. از بین این ایده‌ها، 30 ایده برای توسعه انتخاب شد. نتایج مطالعات منجر به گسترش ظرفیت

سیلابراه تاحجم دلخواه گردید. این مسأله ایمنی در برابر سیلاب را به یک مورد در هر هفتصد سال، افزایش می‌داد.

### ارائه راهکارهای پیاده‌سازی مهندسی ارزش در مراحل پس از طراحی

همانطور که پیش از این گفته شد، یکی از معمول‌ترین روش‌های پیاده‌سازی متدولوژی ارزش در فاز اجرا، پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش است که بدلیل وجود مسائل مختلف در ایران از سوی پیمانکاران مورد استقبال قرار نگرفته است.

هرچند در این راستا آیین‌نامه‌ای تهیه گردیده که از لحاظ کارآیی بدلیل اعمال تجارب جهانی در این زمینه در آن، از سطح مطلوبی برخوردار است، اما با این حال این آیین‌نامه تاکنون چندان مورد توجه واقع نشده است. از دلایل آن می‌توان به عدم معرفی صحیح دستورالعمل، نبود تضمین‌های کافی اجرایی، نبود مثال‌های موفق اعمال آن، عدم حمایت و پیگیری آن توسط دستگاه‌های اجرایی، عدم آشنایی مجموعه کارفرمایی با مهندسی ارزش، مقاومت در برابر تغییرات و مواردی از این دست اشاره کرد.

همانطور که گفته شد، پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش، به دلیل کاهش هزینه، ممکن است منافع پیمانکاران را مورد تهدید قرار دهد. بنابراین برای جلب مشارکت پیمانکاران لازم است تا منافع آنان مورد حمایت قرار گیرد. در این راستا می‌توان درصد عمده‌ای (حتی تا 50 درصد) از کاهش هزینه‌های ناشی از پیشنهادهای تغییر به روش مهندسی ارزش را به پیمانکار اختصاص داده و عدم ضرر پیمانکار را تا حد معینی تضمین نمود. علاوه بر این، بهتر است تا مدتی هزینه تهیه پیشنهادیه تا سقف معین به پیمانکار بازگردانده شود.

ضمناً با توجه به پتانسیل‌های آیین‌نامه موجود، ایجاد ضمانت اجرایی برای این آیین‌نامه و نیز نظارت کامل سازمان مدیریت بر روند اجرایی شدن آن، می‌تواند در جلب هر چه بیشتر مشارکت پیمانکاران مؤثر باشد. اقداماتی چون برگزاری دوره‌های آموزشی، اطلاع‌رسانی مزایای ارائه پیشنهاد تغییر، ایجاد مشارکت بین مشاور و پیمانکار با تعیین درصدی از صرفه‌جویی پیشنهادهای مشترک برای مشاور و تقدیر از پیشنهادیه‌های موفق نیز می‌تواند در راستای پیاده‌سازی متدولوژی ارزش در فاز اجرا به شیوه مذکور مؤثر واقع شود.

گرچه انجام مطالعات ارزش توسط کارفرما در حین ساخت توصیه نمی‌گردد، اما با توجه به فقدان مطالعات ارزش پیش‌بینی شده در روند طراحی مفهومی و مقدماتی (در شرایط حاضر و برای پروژه‌های در دست ساخت) تنها جایگزین می‌باشد. بنابراین انجام مطالعات در مرحله ساخت منع نمی‌گردد. در ضمن در مرحله بهره‌برداری، شرایط اضطراری می‌تواند نیاز به انجام مطالعه ارزش را به وجود آورد.

مطالعه در مرحله بازسازی یا توسعه، مشابه مطالعه در زمان طراحی می‌باشد. در این زمان توصیه می‌گردد تیم مطالعاتی وقت بیشتری را به شناخت شرایط موجود، مشکلات، اهداف توسعه یا بازسازی، تجارب دوره بهره‌برداری و مسایل مشابه اختصاص دهد.

## نتیجه گیری

پیاده‌سازی متدولوژی ارزش در زمان تهیه آیین‌نامه‌ها و پس از آن در طراحی مفهومی و حتی طراحی تفصیلی موجب افزایش قابل ملاحظه‌ای در ارزش پروژه‌ها می‌گردد. لیکن با توجه به هزینه زیاد طول عمر پروژه‌های آبیاری و زهکشی (هزینه بهره برداری، تعمیرات، بازسازی کلی) و نسبت بالای آن به هزینه ساخت، اهمیت تحویل به هنگام پروژه‌های آبیاری و زهکشی، نزدیکی این‌گونه پروژه‌ها به مردم و گستردگی جامعه کاربران و بهره‌برداران، انجام مهندسی ارزش در تمام مراحل طول عمر پروژه مفید به نظر می‌رسد.

## منابع و مراجع

- 1- دستورالعمل تهیه، رایبه و بررسی پیشنهادهای تغییر به روش مهندسی ارزش، نشریه 290، دفتر امور فنی، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، 1383
- 2- گزارش تحلیل تجارب مهندسی ارزش در طرحهای منابع آب و نحوه عمومی‌سازی آن در ایران (سازمان آب و برق خوزستان)، شرکت مهندسان مشاور کریت کارآ، 1382
- 3- گزارش تحلیل اقتصادی طرح سد شهید رجایی - شبکه آبیاری و زهکشی، مهندسین مشاور مهتاب قدس، 1374
- 4- گزارش نهایی مطالعات مهندسی ارزش سرریز سد ونیار (آجی‌چای)، شرکت مهندسان مشاور کریت کارآ، 1382
- 5- گزارش نهایی مطالعات مهندسی ارزش سرریز سد قلعه‌چای، شرکت مهندسان مشاور کریت کارآ، 1383
- 6- مطالعات مرحله اول سد مخزنی و شبکه آبیاری و زهکشی سیکان، گزارش به‌گزینی و ارزیابی اقتصادی طرح، شرکت مهندسی مشاور آساران، 1383
- 7- [www.vecp.net](http://www.vecp.net)
- 8- Annual Value Engineering Program Report, Fiscal Years 1996, 1998 & 2000, Department of the Interior, USBR
- 9- Design and Operation of Farm Irrigation, Jameson
- 10- Value Engineering Annual Report, FY 2000/2001, Florida Department of Transportation, USA, 2002
- 11- "Standard Procedure for Value Engineering in Constructions", Construction Management, Policy No. 510-008(sp), 2003

# Value engineering in construction of Irrigation & Drainage Networks in Iran

By:

A. Kabiri and S. M. Razavi

## Abstract

Value engineering is a systematic, comprehensive, creative methodology that uses a multi-disciplinary team to solve a problem and/or increase value of the project (which maybe a combination of cost reduction, time saving, quality, safety and constructability increment and etc.), in a short time process.

Here, we will discuss about applications of value engineering, after the design process (construction, maintenance, modification and reconstruction) concerning about the usual problems at construction phase of irrigation and drainage networks. Considering the engineering criteria of management and planning organization, about the Value Engineering Change Proposal (VECP), and as a result, recommendations will be presented to improve and extend the value engineering usage in these phases.

**Keywords:** construction, maintenance, Irrigation & drainage networks, value engineering, value engineering change proposal