



دوین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت تاسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی

۱۳۸۶ آبان ماه - دانشگاه تهران، دانشکده مهندسی آب و خاک، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی

2nd Iranian Conference on Construction experiences of Hydraulic structures and Irrigation and Drainage networks (ICCHID)

23 - 25 October 2007 - Tehran University, Irrigation and Reclamation Dept.

استفاده از مهندسی ارزش در مدیریت اجرایی پروژه دانشمند

محمد علی غلامی سفیدکوهی

دانشجوی دکتری علوم مهندسی آبیاری و زهکشی، دانشگاه تربیت مدرس gholamim@modares.ac.ir

افراسیاب میرزائی

مدیر طرح‌های آبیاری و زهکشی، آب منطقه ای گلستان

چکیده

در حین اجرای طرح‌های عمرانی مسائل و مشکلات خاصی به لحاظ شرایط زمانی، نقص اطلاعات اولیه، اعتباری، قراردادی، تکنولوژی اجرا، توانایی‌های بالقوه پیمانکاران و ... وجود دارد که ایجاب می‌نماید با برخورد و نگرش سیستمی تحت عنوان مهندسی ارزش، بهینه‌ترین حالت را با توجه به کیفیت، هزینه و عملکرد برای دستیابی به هدف مشخص انتخاب نمود. در این مقاله، ضمن معرفی تاریخچه، مفهوم و مراحل مهندسی ارزش و همچنین نقاط ضعف و پتانسیل تاثیرگذاری در ایران و ضرورت بکارگیری این روش در سطوح اجرایی، فرآیند مهندسی ارزش انجام شده به همراه راهکار اجرایی در مدیریت پروژه دانشمند به طور اجمال ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: گلستان، پروژه دانشمند، مهندسی ارزش، مدیریت اجرایی.

مقدمه

گرچه تمامی تلاش مهندسان مشاور در ارائه یک طرح مناسب مصروف میگردد، ولی بنا به دلائلی بازنگری و تکمیل مطالعات مرحله تشریحی در حین اجرا به منظور بهینه نمودن روش اجرا و تخصیص منابع امری لازم به نظر می‌رسد. عدم شناخت کافی از منطقه طرح در طی روند مطالعات و همچنین عدم برقراری توازن بین منابع مالی طرح و جوانب اجرایی پروژه، در مواقعی باعث کنده پیشرفت فیزیکی در فرآیند اجرای طرح خواهد شد. کاراترین راهبرد بشر در مقابله با چالش‌های عظیم قرن ۲۱، توسعه و ارتقای نیروی انسانی در حد اعلا، به منظور توسعه دانایی محور و خلاقیت محور می‌باشد. در این راستا، تفکر ارزشی و مدیریت ارزش می‌تواند نقش کلیدی را ایفا نماید. مهندسی ارزش با نگرش سیستماتیک به وضع موجود قادر خواهد بود تا ترکیبی از اطلاعات را به منظور تسریع در اجرا با هدف تخصیص منابع ایجاد نماید.

امروزه بحث مهندسی ارزش و مزایای آن از اهمیت بسزایی برخوردار شده است و به عنوان یکی از موثرترین روش‌های ارزیابی و کارآمد برای کاهش هزینه‌های غیر ضروری و انتخاب روش‌های بهینه در کارهای مهندسی

تلقی گردیده است. گرچه مهم ترین مقطع به منظور بکار بردن مهندسی ارزش در مراحل قبل از اجرا عنوان شده است ولی استفاده از مهندسی ارزش در زمان اجرا با توجه به مصالح موجود و روشهای اجرایی، امکانات و محدودیت ها نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

روند پیدایش و تحولات در مهندسی ارزش

به منظور درک بهتر مهندسی ارزش، مطالعه تاریخیچه توسعه و تکامل آن ضروری است. افزایش هزینه های سرمایه گذاری و بهره برداری و تغییرات دایمی قیمت کالا و خدمات، موجب ظهور مهندسی ارزش به عنوان یک روش علمی به منظور تحقق سود شده است. وظیفه اصلی مهندسی ارزش برآورده ساختن نیازها به گونه ای که با حداقل هزینه و بدون فداکردن کیفیت، امکان دست یابی به اهداف تولید یا خدمات ایجاد گردد. با این طرز تفکر، ایده های اولیه در سال ۱۹۴۷ تحت عنوان آنالیز ارزشی توسط **Lawrence Miles** در شرکت جنرال الکتریک مطرح گردید(۱).

به علت نقش کلیدی به ایشان لقب پدر مهندسی ارزش داده شده است. در آن زمان، هدف بررسی راه های جایگزین برای تولید محصولات با کیفیت بیشتر و در عین حال صرف مواد و هزینه های کمتر بوده است. پس از آن اجرای مهندسی ارزش بصورت موفقیت آمیز در نیروی دریایی آمریکا بکار گرفته شد و در دهه ۱۹۶۰ انجمن مهندسی ارزش آمریکا (SAVE) تشکیل و هم اکنون نیز به عنوان یکی از فعال ترین مراکز مهندسی ارزش محسوب می گردد.

همزمان با توسعه کاربرد مهندسی ارزش در صنایع نظامی، دامنه ی کاربرد مهندسی ارزش به صنعت نیز تسری یافت و شرکت های مشاور در زمینه ی مهندسی ارزش شکل گرفت. در سال های دهه ی ۱۹۷۰ انجمن مهندسی ارزش در کشورهای اروپایی و نیز در کشور کانادا و ژاپن تشکیل شد و حتی دامنه ی کاربرد مهندسی ارزش در کشورهای عربی نظیر کویت، بحرین و عربستان بسرعت توسعه یافت. این روند تا جایی ادامه یافته است که به کارگیری مهندسی ارزش در پروژه های عمرانی در بسیاری از کشورها از جمله آمریکا (در بخش دولتی) اجباری است(۱).

در ایران به دلیل اتکای بودجه به نفت و حساسیت کمتر نسبت به منافع، عدم انگیزه در بهینه کردن طرحها، عدم درک کامل و درست خواسته های کافرما، تخصیص نامناسب اعتبار مالی طرح ها، طولانی بودن زمان اجرای طرحها امکان تاثیر گذاری مهندسی ارزش وجود دارد(۲). وجود زمینه های فرهنگی و باورهای مذهبی در مقوله صرفه جویی، وجود افراد با تجربه در زمینه های تخصصی در حوزه های مختلف، وجود مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی با انگیزه توسعه مهندسی ارزش، شکل گیری انجمن مهندسی ارزش ایران از نقاط قوت محسوب می گردد. لذا این روند دوره آغاز رشد خود را طی می کند و علاوه بر فعالیتهای تحقیقاتی، تدوین دستوالعمل اجرای کار و انعقاد قرارداد با واحدهای خدمات مهندسی ارزش توسط سازمان مدیریت و برنامه ریزی دورنمای روشن و امیدوار کننده ای را برای توسعه ی فرهنگ به کار گیری مهندسی ارزش و تدوین الزامات قانونی در این زمینه را ترسیم نموده است.

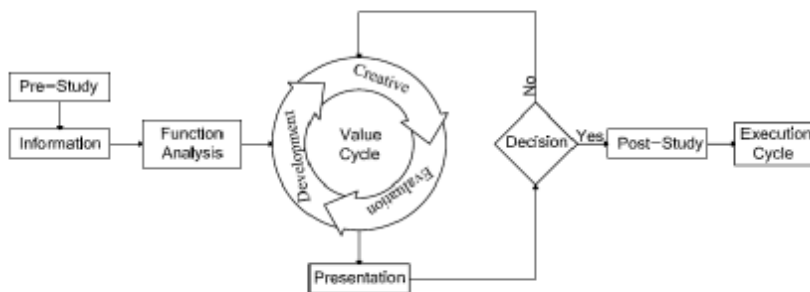
مقاومت در برابر تغییر در بعضی از بخش های کارفرمایی، باورهای صادقانه و نادرست برخی مدیران و کارشناسان، عدم اعتقاد و پذیرش بخش کارفرمایی، نبود عامل انگیزش برای پیمانکاران و مهندسان مشاور و صاحبان صنایع، کمبود سوابق تجربی در زمینه مهندسی ارزش در کشور، کمبود منابع تخصصی و کاربردی به زبان فارسی، عدم وجود ساختار مناسب برای اجرای مهندسی ارزش در سازمان های کارفرمایی نیز از ضعفهایی است که باعث عدم اجرای مهندسی ارزش در کشور شده است.

مفهوم و مراحل مهندسی ارزش

مهندسی ارزش را یک روش خلاق و سازمان یافته که هدفش شناسایی هزینه های غیر ضروری می باشد، دانسته اند. منظور از هزینه های غیر ضروری، هزینه هایی است که نه کیفیت را افزایش می دهد، نه کارایی، نه طول عمر و نه علایق کارفرما را افزایش می دهد (۳). وظیفه اصلی مهندسی ارزشⁱⁱⁱ برقراری تعادل بین هزینه^{iv}، عملکرد^v و کیفیت^{vi} است (۱). در واقع مهندسی ارزش از طریق فرآیندهای قدم به قدم با استفاده از تکنیکهای مختلف به شرح ذیل عمل می کند.

- ۱- آنالیز کارکرد به منظور تعریف علت وجود یک محصول یا اجزایش،
- ۲- تکنیک های خلاق ذهنی به منظور یافتن جایگزین های جدید،
- ۳- تکنیک های اندازه گیری ارزش عنصر فعلی و جایگزین آن.

مهندسی ارزش فرآیندی است که طی آن تیم طراحی که در زمینه ی آنالیز ارزش آموزش دیده است، سعی در بکارگیری آن در به منظور طراحی محصول جدید با عملکرد برتر و هزینه ی پایین تر دارد. به عبارت دیگر این تیم بدنبال سناریوی برنده - برنده می باشد. یکی از بهترین ویژگی های این روش که آن را از دیگر روش های بهبود بهره وری متمایز ساخته است، همانا توجه به کارکردهای اصلی و بکارگیری روشهای خلاقانه از طریق هم اندیشی گروهی برای ارتقاء کارکردها و حذف کارکردهای نامطلوب می باشد. بطور کلی الگویی که اغلب مطالعات ارزش از آن استفاده می نمایند مطابق شکل (۱) می باشد که برگرفته از روش انجمن مهندسی ارزش آمریکا به منظور استاندارد سازی متدولوژی ارزش که در شکل (۲) ارائه شده است، می باشد.



شکل (۱): چرخه ارزش

آشنایی با طرح دانشمند

طرح دانشمند در استان گلستان در ۸۵ کیلومتری شمال شهر گرگان و در بخش اینچه برون واقع شده که هدف از اجرای آن تامین آب کشاورزی مورد نیاز از طریق استحصال بخشی از سیلاب رودخانه مشترک اترک، مهار و جلوگیری از خسارت ناشی از سیلاب، بهبود وضعیت کنترل آبیگری مجموعه دریاچه های آلاگل و افزایش آبیگری از رودخانه اترک براساس حق السهم تعیین شده در قالب قوانین و الگوهای سیاسی بین کشور جمهوری اسلامی ایران و ترکمنستان می باشد. این سد قادر است ۲۸ میلیون متر مکعب آب را ذخیره و بصورت تنظیم شده در اختیار بخشهای مختلف مصرف از جمله کشاورزی قرار دهد. اجزاء کلی طرح شامل محور اصلی به طول ۱۴۰۰ متر با ارتفاع ۴/۵ متر از بستر، دایک شرقی به طول ۱۰۵۰ متر و به ارتفاع ۳/۵ متر و دایک غربی به طول ۴/۵ کیلومتر و به ارتفاع ۴ متر، تخلیه کننده و سرریز می باشد.

براساس مطالعات مرحله دوم و مطابق اسناد پیمان، مصالح مورد نیاز برای اجرای محور اصلی به صورت ترکیب ۵۰ درصد مصالح ریزدانه از قرضه محلی و مصالح (GC) مد نظر بوده است. به منظور حفظ سیستم دریاچه دانشمند در شرایط طغیانهای نابهنگام و کنترل نشده اترک، سرریز آزاد به طول ۱۰۰ متر به منظور تخلیه آب مازاد با ظرفیت حدود ۱۰۰ متر مکعب بر ثانیه بر روی محور اصلی طراحی گردید.

با توجه به شرایط خصوصی، مبلغ پیمان به صورت مقطوع^۱ می باشد و محل تامین اعتبار اجرایی این طرح از طریق وام بانک توسعه اسلامی^{vii} می باشد. همچنین با توجه به توافق انجام شده بین بانک مرکزی ایران و بانک وام دهنده در ارتباط با بازپرداخت وام، مدت اجرائی پروژه نیز غیر قابل تغییر و برابر ۲۰ ماه می باشد.



شکل (۲): مراحل کاری سیستماتیک مهندسی ارزش از نگاه SAVE [۴]

¹ Lump Sum

اهداف مطالعه مهندسی ارزش

مطابق مذاکرات انجام شده با کارفرما و با توجه به دیدگاه کارکردگرایی و نگرش سیستماتیک مهندسی ارزش، اهداف شامل عدم تغییر حجم ذخیره، عدم افزایش هزینه طرح، عدم تغییر در ایمنی طرح و سازه‌های جانبی و همچنین اتمام پروژه در موعد مقرر معرفی شد.

چارچوب مطالعه

محدوده مشخص شده به منظور انجام مطالعات مهندسی ارزش، مطالعه بر روی محور اصلی شامل آب بندی^{viii}، مصالح بدنه و طول سرریز می باشد. طی مذاکرات صورت گرفته با توجه به تاثیرات متقابل اجزاء پروژه بر یکدیگر و به علاوه خصوصیات تصمیم‌سازی و جامع‌نگری مهندسی ارزش، عمده فعالیت بر بهینه سازی تغییرات پیشنهادی بر اهداف مشخص شده در محدوده دایک اصلی متمرکز گردید.

محدودیت‌ها

مطالعه مهندسی ارزش دارای محدودیت مشخصی است که عمده این موارد شامل الزامات و ملاحظات کارفرمایی، شرایط محیطی و منطقه‌ای و در برخی موارد مسائل ملی و سیاسی می‌باشد. در این طرح موارد زیر به عنوان محدودیت‌ها مورد توافق قرار گرفت:

- ثابت بودن زمان عملیات اجرایی محور اصلی،
- ثابت بودن مبلغ پیمان،
- ثابت بودن و یا افزایش شرایط ایمنی طرح،
- پرهیز از بروز مسائل اجتماعی در بالادست و پایین دست،
- ثابت بودن ارتفاع محور اصلی.

شناسایی عوامل ذینفع

به منظور اتخاذ تصمیم بهینه و کاهش تبعات منفی احتمالی، عوامل تحت تاثیر مستقیم و غیر مستقیم مهندسی ارزش شناسائی گردید.

الف - عوامل تحت تاثیر مستقیم: کشاورزان اراضی پایین دست و اراضی داخل مخزن، بهره‌بردار، کارفرما، پیمانکار، مشاور طرح

ب - عوامل تحت تاثیر غیر مستقیم: وزارت امور خارجه، کشور ترکمنستان، سازمان مدیریت منابع آب کشور، سازمان حفاظت از محیط زیست کشور، وزارت جهاد کشاورزی

نتایج مطالعه ارزش

پس از طی مراحل پیش مطالعه و پس مطالعه و همچنین برگزاری جلسات متعدد و ارائه گزارش شفاهی و کتبی، موافقت کارفرمای طرح برای اجرای هر یک از اجزای محور اصلی پس از مهندسی ارزش دریافت و به پیمانکار به منظور اجرا ابلاغ گردید. بطور کلی میزان صرفه جوئی اقتصادی که در قالب مهندسی ارزش برای محور اصلی انجام گردید، مطابق جدول (۱) می باشد. همچنین کاهش زمان اجرای پروژه و افزایش کیفیت و عملکرد نیز از دیگر دستاوردهای مهم این مطالعه می باشد

جدول (۱): میزان صرفه جویی انجام شده در محور اصلی

میزان صرفه جویی		اجزای کار	ردیف
میلیون ریال	دلار آمریکا		
۶۵۰	۷۰۰۰۰	آب بندی پی	۱
۲۷۸۶/۴	۳۰۰۰۰۰	مصالح بدنه	۲
۱۸۵۷/۶	۲۰۰۰۰۰	سرریز	۳
۵۲۹۴	۵۷۰۰۰۰	جمع	۴

آب بندی پی

همان طوری که پیشتر ذکر گردید، اصلی ترین المان این پروژه که تخریب آن بطور کلی باعث حذف اهداف پروژه می گردد، دایک اصلی است. براساس مطالعه انجام شده در بین انواع ایده های طرح شده، اجرای بتن پلاستیک به جای آب بند خاکی انتخاب گردید. براساس آنالیز انجام شده، هزینه اجرای آب بند خاکی هر متر طول معادل ۳۳۸ دلار آمریکا برآورد گردید، در حالی که با اجرای بتن پلاستیک ضمن افزایش ۲۵ درصدی ضریب اطمینان، هزینه اجرای هر متر طول به ۲۸۷ دلار آمریکا کاهش یافته است. بنابراین، با توجه به طول محور اصلی حدود ۷۰۰۰۰ دلار آمریکا صرفه جویی در این بخش صورت گرفته است. علاوه بر آن با توجه به تراز آب زیرزمینی، حجم زیاد خاکبرداری، بستر نامناسب خاکریزی، سهولت اجرای کار و پتانسیل قرضه محلی، سرعت پیشرفت کار به حدود ۲ برابر ارتقاء خواهد یافت.

مصالح بدنه

همان طوری که اشاره شد، طرح اولیه بدنه محور اصلی ترکیب ۵۰ درصدی از مصالح ریزدانه محل و مصالح (GC) بوده است. براساس مطالعه انجام شده، با توجه به نزدیکی فاصله قرضه محلی (۵ کیلومتر) و سهولت استفاده از مصالح، در نهایت مصالح (GC) با فاصله حمل بالغ بر ۱۵۰ کیلومتر حذف و استفاده از مصالح قرضه ریزدانه محلی پیشنهاد شد. در این صورت شیب های پایداری بالادست و پایین دست محور به ترتیب از ۳ به ۳/۵ و ۲/۵ به ۳ ارتقاء داده شده است. بر این اساس در این بخش نیز به میزان ۳۰۰۰۰۰ دلار آمریکا صرفه جویی صورت گرفته است، ضمن این که کاهش زمان ساخت بدلیل نزدیکی محل قرضه از اثرات دیگر آن می باشد.

سرریز آزاد

در طرح اولیه طول سرریز به منظور تخلیه حداکثر ۱۰۰ متر مکعب بر ثانیه معادل ۱۰۰ متر در نظر گرفته شده بود. پس از انجام مطالعه مهندسی ارزش، حداکثر دبی تخلیه ۶۰ متر مکعب بر ثانیه و طول به ۴۵ متر تقلیل و هزینه اجرای سرریز از ۴۵۰۰۰۰ دلار آمریکا به ۲۵۰۰۰۰ دلار آمریکا کاهش یافت. انجام این کار موجب کاهش زمان اجرای طرح به میزان ۵۰ درصد این بخش خواهد شد.

نتیجه‌گیری

- در صورتی که فاصله زمانی بین طراحی و اجرا ایجاد گردد، با توجه به تکنولوژی‌های جدید اجرا و ... مطالعه مهندسی ارزش ضمن بررسی و بازبینی مجدد طرح، راهکار مناسب به منظور کاهش هزینه‌های اجرایی و زمان اجرای طرح به نظر می‌رسد.
- مهندسی ارزش تنها کاهش هزینه‌های اجرائی یا صرفه‌جویی ریالی را شامل نمی‌گردد، زیرا عواملی همچون زمان، کیفیت و عملکرد نیز دارای ارزش ریالی و اقتصادی می‌باشند.
- عموماً کاربرد مهندسی ارزش در مرحله اجرا ضرورت پیدا می‌نماید و طرح‌های اجرائی و یا در حال اجرا نمی‌توانند بدون استفاده از این مطالعه به سمت بهینه شدن (زمان و هزینه) سوق پیدا نمایند. به عبارت دیگر اجرای مهندسی ارزش در مرحله اجرا باعث کاهش هزینه‌های پروژه و بهره‌برداری سریع‌تر از طرح می‌شود.
- مطابق اصل پارا تو، ۲۰ درصد از فعالیتهای یک پروژه، ۸۰ درصد هزینه‌های آن پروژه را شامل می‌گردد. بنابراین لازم است ضمن شناسایی فعالیتهای عمده، تیم مهندسی ارزش نسبت به مطالعه در این بخش بیشتر تلاش نماید.

تقدیر و تشکر

در پایان از همکاری صمیمانه مدیریت محترم شرکت مهندسی مشاور آب و توسعه پایدار و پرسنل نظارت طرح دانشمند تشکر و قدردانی می‌نماید.

منابع مورد استفاده

- ۱- جبل عاملی، م.س. (۱۳۸۰). "مهندسی ارزش فرآیندی کارا برای تحلیل عملکرد و بهبود طرح و پروژه‌ها"، نشریه علمی، دانشجویان دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، شماره ۱۳، ص ۳ تا ۱۱.
- ۲- عرب، د.ر. (۱۳۸۶). "مروری بر مفاهیم بنیادی و روند تکاملی مهندسی ارزش". کنفرانس ملی توسعه نظام اجرایی پروژه‌های عمرانی، صنعتی و شهری، کارگاه آموزشی مهندسی ارزش در پروژه‌های عمرانی.
- ۳- میر محمد صادقی، ع.ر. و ع. مدقالچی. (۱۳۸۴). "بکارگیری مهندسی ارزش در فاز اجرا، مطالعه موردی پروژه احداث زیرسازی راه آهن". اولین همایش مهندسی ارزش در حمل و نقل کشور.

4- Anonymous .. (1998). “**Value methodology standard**”, SAVE International. <http://www.value-eng.com>.

- i- Value Analysis
- ii- Society of American Value Engineering (SAVE)
- iii- Value Engineering
- iv- Cost
- v- Function
- vi- Quality
- vii- Islamic Development Bank (IDB)
- viii- Cut off