

اصول کاربرد مهندسی ارزش در پروژه های عمرانی با تاکید بر تجربیات سد مخزنی کرخه

محمد هوشمندزاده ، مسعود خاکی

کارشناس عمران، دانشکده فنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

مسئول سازمان بسیج مهندسين استان خوزستان

hooshmandzadeh_civil@yahoo.com

چکیده

در دو دهه اخیر طرح های کلان متعددی بوسیله پیمانکاران داخلی در کشور به اجرا در آمده است. آمار موجود بیانگر آن است که اغلب این طرح ها با افزایش زمان و هزینه مواجه بوده و با مشکلاتی از قبیل طراحی ناقص ، عدم دقت کافی در مطالعات اولیه ، دوباره و چند باره کاری ، تغییرات متعدد و خارج از حدود برنامه ، اتلاف زیاد منابع ملی و ... روبرو بوده اند. با نظر به سهم بالای پروژه های کلان عمرانی از بودجه سالانه کشور صرفه جویی در هزینه ها می تواند رقم قابل ملاحظه ای را به خود اختصاص دهد. در این راستا نقش پیمانکاران می تواند بسیار اساسی باشد. این مقاله سعی دارد که ضمن بررسی علل افزایش هزینه ساخت پروژه های عظیم ، تجربیات پیمانکار بدنه و سرریز سد مخزنی کرخه را که توانسته است با کاربرد غیر سیستماتیک مهندسی ارزش در هنگام اجرا مبالغ قابل توجهی صرفه جویی برای مجری به ارمغان آورد را مورد بررسی قرار دهد تا با پیشنهاد شیوه های مناسب مهندسی ارزش در هنگام ساخت صرفه جویی های بیشتری را برای مجریان این طرح ها فراهم آورد.

کلید واژه ها: ارزش ، ارزیابی ، کرخه ، غیر سیستماتیک ، انحراف آب ، ابزار دقیق

۱- مقدمه

بر اساس اعلام سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور میانگین زمان راه اندازی طرحهای ملی و سرمایه بر در کشور ۸ سال بوده که ۲۷ درصد از طرحهای عمرانی بطور ناقص اجرا می شود و ۲۸ درصد از طرحهای عمرانی در فاز بهره برداری دارای اشکال می باشند. با هدف تقلیل هزینه و مدت اجرای آنها بایستی دوره عمر طرح یعنی فرایند طراحی تا ساخت و بهره برداری مورد ارزیابی واقع شود. آمار بیانگر آن است که به مملکت به خاطر فقدان نظام ارزشیابی صحیح ، سالیانه زیانی معادل ۱۶۵۰ میلیارد ریال وارد می گردد. در سال ۱۳۷۹ ضرر به علت تاخیر در راه اندازی پروژه های ملی ۴۶۰۰ میلیارد ریال بوده است. سهم طرحهای عمرانی به خصوص پروژه های بزرگ سد سازی ، خطوط انتقال انرژی و توسعه نیروگاهها در برنامه سوم معادل ۵۳/۳۴۹ میلیارد ریال بوده است که در صورت استفاده از روش های علمی مهندسی ارزش می توان صرفه جویی زیادی در این بخش انجام داد. توضیح اینکه استفاده از عنوان غیر سیستماتیک به این دلیل است که پیشنهاد تغییرات به روش مهندسی ارزش در قالب فرصتهای خاص و سیکل مشخص شده در این روش صورت نگرفته است. بلکه با توجه به تجارب ، ابتکارات و خلاقیتهای متخصصان پیمانکار بدنه و سرریز سد کرخه ، در راستای تحلیل عملکردها و به منظور دستیابی به کارکردهای پیش بینی شده با هزینه کمتر و حفظ و یا ارتقاء کیفیت صورت گرفته است.

۲- تعریف مهندسی ارزش

مهندسی ارزش (Value Engineering)، تلاشی است سازمان یافته که با هدف بررسی و تحلیل تمام فعالیتهای یک طرح، (از زمان شکل گیری تفکر اولیه تا مرحله طراحی و اجرا و سپس راه اندازی و بهره برداری) انجام می شود و به عنوان یکی از کارآمدترین و مهم ترین روشهای اقتصادی در عرصه فعالیتهای مهندسی، شناخته شده است. مهندسی ارزش در چهارچوب مدیریت پروژه، ضمن اینکه به تمام اجزای طرح توجه می کند، هیچ بخشی از کار را قطعی و مسلم نمی داند. هدف مهندسی ارزش، زمان کمتر برای رسیدن به مرحله بهره برداری بدون افزودن بر هزینه ها یا کاستن از کیفیت کار است.

۳- تاریخچه مهندسی ارزش

مهندسی ارزش در زمان جنگ جهانی دوم هنگامی که دست یابی به مواد حیاتی دچار مشکل شده بود در صنایع مطرح گردید. این مسئله ارائه راهکارهای جایگزین برای مواد و طرحهای موجود را موجب شد. در سال ۱۹۴۷ لاورنس دی میلز یکی از مهندسان شرکت جنرال الکتریک آمریکا، (GE) موارد ممکن را مورد ارزیابی قرار داد. او طرحها و روشهای متعددی برای مقابله با تغییرات آتی بیان کرد و روشی مناسب برای تعیین ارزش یک طرح ارائه داد. به کارگیری این نظریه در صنایع، به سرعت در آمریکا فراگیر شد و برگشت عظیم سرمایه را به همراه داشت. او این حرکت را آنالیز ارزش نام نهاد. پس از آن در اواخر دهه ۶۰ انجمن مهندسی ارزش آمریکا، بنیان گذارده شد و سپس صنایع دفاع، شرکتهای ساختمانی و مراکز صنعتی به تدریج

مقرراتی را در رابطه با الزام در اجرای مهندسی ارزش تصویب و به اجرا گذاردند. تا جایی که در اوائل دهه ۸۰ میلادی پیشنهاد اجرای مهندسی ارزش در صنایع دفاعی، مدیریت خدمات عمومی، خدمات پستی و غیره مطرح و موجب موفقیت‌های چشمگیر در کاهش هزینه‌ها در مرحله اجرا گردید. در حال حاضر، براساس قوانین مصوب در ایالات متحده کلیه سازمانهای اجرایی وابسته به دولت ملزم به ایجاد و به کارگیری روشهای مهندسی ارزش در پروژه‌هایی هستند که با سرمایه‌ای بیش از یک میلیون دلار انجام می‌گیرد. حال به آماری از سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی ایران توجه کنیم: متوسط زمان راه‌اندازی طرحهای ملی و سرمایه‌بر در حال حاضر ۸ سال است. ۵۴ درصد از طرحهای عمرانی کشور دارای اشکالات طراحی است. ۲۷ درصد از طرحهای عمرانی ناقص اجرا می‌شود و ۲۸ درصد از طرحهای عمرانی در مرحله بهره‌برداری دارای اشکال هستند. با توجه به مطالب فوق لزوم اعمال مهندسی ارزش در پروژه‌های عمرانی و سرمایه‌بر احساس می‌شود و بر این مبنا در سال ۱۳۷۹ دستورالعمل ارجاع کار و انعقاد قرارداد با واحدهای خدمات مهندسی ارزش از طرف سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی ابلاغ شد. در آغاز، این تکنیک به نام آنالیز ارزش نامیده شد و بعدها به نامهای دیگر مانند مدیریت ارزش، بهبود ارزش، کنترل ارزش و خرید ارزش به کار رفته است. نیروی دریایی ایالات متحده آمریکا این نام را به مهندسی ارزش تغییر داد تا روی قسمت مهندسی این متدولوژی نیز تأکید شود. با وجود تغییر نام، هدف مهندسی ارزش همانند قبل باقی مانده که به مفهوم ایجاد کنترل برای مجموع هزینه‌ها در زمینه محصول / خدمات در طول عمر محصول است، بدون اینکه کیفیت فدا شود و یا قابلیت اطمینان خدمات / محصول کاهش یابد. این واقعیت که هزینه‌های غیرضروری معمولاً در محصول و فرآیند وجود دارد، قابل تأمل است.

۴- مراحل اجرای مهندسی ارزش

برنامه کاری مهندسی ارزش ارایه‌ای از رویکردها و عملکرد لازم برای بدست آوردن جواب بهتر و موثرتر برای مساله می‌باشد. برنامه مهندسی ارزش شامل هفت فاز به شرح ذیل می‌باشد: ۱- فاز عمومی: در طول فاز عمومی روندرا با سازمان دهی نیروی کار، مشخص نمودن تصمیم‌گیرنده، انتخاب محدوده کار، تخصیص عملکرد به هر کدام از اجزای وجهت دهی به کار گروهی سامان داده می‌دهند. ۲- فاز اطلاعات: در فاز اطلاعات مساله به اشکال خاص تجزیه می‌شود. از کلی‌گویی پرهیز می‌گردد. تمامی اطلاعات مربوط بطور دقیق و معنی‌دار جمع‌آوری می‌شود تا در تصمیم‌گیری کمک نماید. ۳- فاز عملکرد: فاز عملکرد مشتمل بر کلیه تلاش‌هایی است که برای ارزش صورت می‌گیرد. عملکردهای اصلی و فرعی تعریف می‌شوند. عمل در ترکیب دو کلمه فعل و اسمبیا می‌گردد. اولی بیانگر عملی است که جزء مورد نظر انجام می‌دهد و اسم بیانگر شیء مورد عمل و یا آن چیزی است که عمل روی آن صورت می‌گیرد. ۴- فاز خلاقیت: در فاز خلاقیت، روشهای خلق ایده‌های جدید بکار گرفته می‌شود. این روش برای خلق انبوهی از ایده‌ها در رابطه با محصولات، فرایندها، روش‌ها و غیره برای رسیدن به عملکرد و یا عملکردهای تعریف شده بکار می‌رود. ۵- فاز ارزیابی: در فاز ارزیابی، ذهن قضاوت‌گرا به فعالیت وادار می‌شود. عقاید و ایده‌هایی که در فاز خلاقیت ایجاد گردید تصفیه، اصلاح و ترکیب می‌گردند تا پیشنهاد مورد نظر حاصل شود. ۶- فاز بررسی و توسعه: ایده‌های خلاق که در بالا تصفیه، ارزیابی و مقایسه شد، در فاز تحقیق و بررسی در معرض تجدید نظر قرار می‌گیرند. با کمک گرفتن از مشاورین صنعتی استفاده از استانداردهای ملی که ورد استفاده قرار می‌گیرد منجر به راه‌حلهای منطقی، عملی با هزینه پائین می‌گردد. ۷- فاز توصیه: در فاز اجرا جنبه‌هایی از قبیل چه چیز احتیاج است؟ (منابع، بودجه، زمان، افراد، کمک و غیره) مورد نظر قرار گرفته و پس از تایید تصمیم‌گیرنده مراحل اجرایی آغاز می‌شود.

۵- حوزه‌های کاربردی مهندسی ارزش

در آغاز، این روش فقط در محیطهای سخت‌افزاری بکار گرفته شد و توسعه یافت. ولی در سالهای اخیر، این روش در بسیاری از محیطهای جدید و غیر سخت‌افزاری نیز بکار می‌رود. مهندسی ارزش در حوزه‌های مختلف و در ارتباط با محصولات/خدمات گوناگون قابل استفاده است (به عنوان مثال می‌توان کارکردهای یک برنامه، پروژه، سیستم، محصول، نوع تجهیزات، خدمات، تسهیلات، ساختمان‌سازی، دوره آموزشی، مدیریت سیستم‌ها و روش‌ها، تحلیل خرید، تخصیص منابع، بازاریابی و ... را از طریق مهندسی ارزش مورد تجزیه و تحلیل قرار داد). بنابراین روش مهندسی ارزش را می‌توان در همه جا به کار برد؛ ولی دامنه کاربرد این روش معمولاً توسط ذهنیت کاربران، محدود می‌گردد.

۶- جایگاه مهندسی ارزش در ایران

در ایران از سال ۱۳۷۸ موضوع مهندسی ارزش در برخی دانشگاه‌ها، وزارت نفت و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور مطرح گردید و سمینارهایی در این زمینه برگزار شد. تدوین دستورالعمل ارجاع کار و انعقاد قرارداد با واحدهای خدمات مهندسی ارزش توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور در سال ۱۳۷۹ دورنمای روشن و امیدوارکننده‌ای را برای توسعه فرهنگ و به کارگیری مهندسی ارزش و تدوین الزامات قانونی و رفع موانع در این زمینه ترسیم نموده است. در حال حاضر اجرای مهندسی ارزش جنبه جدی به خود گرفته است. در وزارت راه و ترابری و وزارت نیرو، پروژه‌های بسیاری مورد بررسی مهندسی ارزش قرار گرفته و نتایج مفید و موثری داشته است.

۷- اصول بنیادی مهندسی ارزش

آنچه از تجربیات اجرای مهندسی ارزش تا کنون حاصل شده است، کشف و تدوین برخی مفاهیم و اصول بنیادی است که اساس رشد و تکامل روشهای مهندسی ارزش قرار گرفته است. این اصول بنیادی عبارتند از: ۱- بهره گیری از کارشناسان چند تخصصی برای اعمال تغییرات، ۲- تکمیل تدریجی تغییرات از طریق مطالعه و بررسی عینی کار، ۳- بهره گیری از یک منطق اساسی برای طرح پرسش ها، ۴- برنامه ریزی انجام کار. در طی چندین سال، روشهای فنی مهندسی ارزش همانند عرصه های به کارگیری آن، گسترش پیدا کرد. امروزه تحلیل یا مهندسی ارزش، رشته ای شناخته شده برای ارتقای ارزش تولیدات یا خدمات به شمار می رود. فرآیند مهندسی ارزش، فرآیندی منطقی و ساختار یافته است که در آن از یک گروه کارشناس چند تخصصی برای هدفهای زیر استفاده می شود: ۱- انتخاب پروژه یا محصول مناسب برای تحلیل با توجه به زمان صرف شده برای مطالعه، ۲- مشخص کردن و اندازه گیری کردن ارزش جاری یک پروژه و محصول یا اجزای تشکیل دهنده آن با توجه به عملکردهایی که نیازها، هدفها و خواستههای یک پروژه را برآورد می سازد. ۳- تدوین و ارزیابی گزینه های جدید برای تخمین یا ارتقای کیفیت بخشهای وابسته با هزینه کمتر. ۴- انطباق گزینه جدید با بهترین راه عملی کردن آن.

۸- مهندسی ارزش در دنیا کارایی خود را اثبات کرده است

چهاردهمین اجلاس انجمن آمریکایی مهندسان ارزش که در سال ۱۹۷۳ به تشریح دستاوردهای مهندسی ارزش پرداخت، مشخص نمود که به ازای هر یک دلار سرمایه گذاری برای اجرای مهندسی ارزش چیزی حدود ۴/۵۳ دلار صرفه جویی در هزینه های اجرایی بدست آمده است، به نحوی که از زمان به کارگیری مهندسی ارزش در آمریکا تا سال ۱۹۷۳ معادل ۱/۸ میلیارد دلار صرفه جویی شده است. این صرفه جویی تا سال ۱۹۸۹ به بیش از ۴/۳ میلیارد دلار افزایش یافته است. بازده مهندسی ارزش از سال ۱۹۷۳ تا سال ۱۹۹۵ برای هر یک دلار هزینه سرمایه گذاری شده، مبلغی حدود ۱۵ تا ۳۰ دلار بوده است. در آمریکا و کانادا استفاده از مهندسی ارزش در صنایع عمده، عمومیت داشته و در طرحهای عمومی (دولتی) اجباری می باشد. مهندسی ارزش در دایره عمران آمریکا در بین سالهای ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۰ بیش از ۳۵ میلیارد دلار صرفه جویی در پی داشته و از ۵۵ میلیارد دلار هزینه اضافی نیز جلوگیری نموده است. در ژاپن از ۶۹۸ شرکت که مورد بررسی قرار گرفته اند، حدود ۷۱ درصد، مهندسی ارزش را در تولید محصولات و ارائه خدمات خود به کار برده اند. در حالیکه ۸۵ درصد درآمد عربستان، به عنوان ثروتمندترین کشور عربی، از فروش نفت حاصل می شود، بیش از بیست سال است که مهندسی ارزش را در دستور کار خود قرار داده است. در جدول (۱) درصد کاربرد مهندسی ارزش در صنایع مختلف جهان و جدول (۲) کاربرد مهندسی ارزش در رشته های مختلف در ایالات متحده را نشان می دهد.

جدول (۱) - درصد کاربرد مهندسی ارزش در صنایع مختلف جهان

ردیف	درصد کاربرد	رشته
۱	۷۹/۹	برق و الکترونیک
۲	۹۱/۳	حمل و نقل (راهسازی و ترافیک)
۳	۹۰	تولید تجهیزات
۴	۸۴/۵	ماشین سازی و تولید خودرو
۵	۵۰	صنایع شیمیایی
۶	۳۹	صنایع ساختمانی
۷	۳۷/۵	صنایع غذایی

جدول (۲) - کاربرد مهندسی ارزش در رشته های مختلف در ایالات متحده

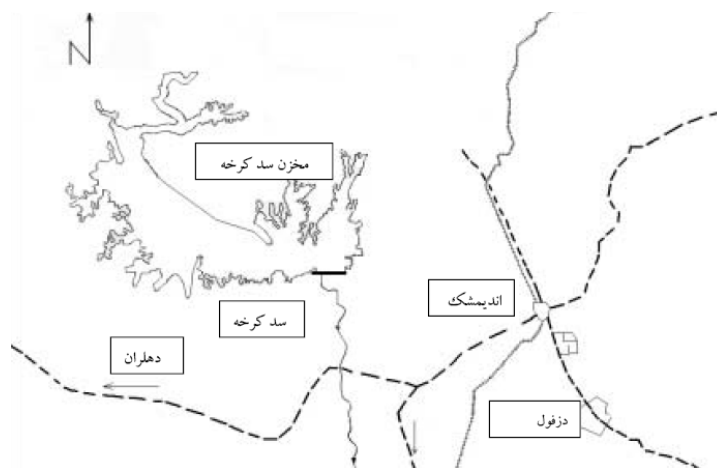
ردیف	رشته	نکات قابل توجه
۱	راه و ترابری	بازگشت سرمایه به میزان ۱۱۳ دلار به ازای هر دلار سرمایه گذاری به طور میانگین و نیز ۸۴۵ میلیون دلار صرفه جویی در هزینه در سال ۱۹۹۹
۲	سلامتی	کاهش ۲۴ درصدی هزینه های پروژه های مربوط به سلامتی در یک دوره شش ساله در نیویورک
۳	ساخت و ساز	صرفه جویی معادل یک میلیارد دلار در سال ۲۰۰۰ در پروژه های ساختمانی مربوط به بزرگراهها در ایالات متحده
۴	صنعت	کاهش هزینه در محدوده ای بین ۵٪ تا ۱۰٪ در بخشهای مختلف
۵	محیط زیست	در پروژه های زیست محیطی به دلیل هزینه های بالا پتانسیل بسیار زیادی در جهت بکارگیری متدولوژی ارزش دارند
۶	خدمات دولتی	بازگشت سرمایه به میزان ۲۰ دلار به ازای هر دلار سرمایه گذاری به طور میانگین

۹- معرفی اجمالی طرح سد مخزنی کرخه

طرح سد ونبروگاه کرخه یکی از بزرگترین طرح های ملی است که بر روی رودخانه کرخه و در شمال استان خوزستان واقع است. این رودخانه پس از رودخانه های کارون و دز بزرگترین رودخانه ایران است که پس از طی مسافتی حدود ۹۰۰ کیلومتر به داخل هورالعظیم در جنوب غربی خوزستان می ریزد. آب جاری در این رودخانه از حوزه آبریزی با مساحت ۴۲۵۸۱ کیلومتر مربع جمع آوری می شود. طرح برق آبی کرخه ، یک طرح چند منظوره است . آبرگیری این سد از اواسط دیماه ۱۳۷۸ آغاز و نقش مهمی را در تامین آب مورد نیاز کشاورزی طی تابستان ۱۳۷۹ ایفا نمود. اهداف عمده طرح برق آبی کرخه عبارتند از : ۱- تولید انرژی به میزان ۹۳۴ گیگاوات ساعت در سال . ۲- آبیاری حدود ۳۲۰۰۰۰ هکتار اراضی زراعی پایین دست . ۳- کنترل سیلابهای عظیم بهاره کرخه

۹-۱- اجزا طرح

سد کرخه با تامین ۳/۳ کیلومتر مکعب آب قابل استفاده ، آب مورد نیاز حدود ۳۲۰۰۰۰ هکتار از اراضی مناطق پای پل ، حمیدیه ، قدس ، دشت آزادگان و دشت عباس را تامین می کند. این سد یک سد خاکی با هسته رسی است که ۱۲۷ متر از پی ارتفاع داشته و طول تاج ۳۰۳۰ متر است. انتقال و هدایت آب به دشت عباس توسط یک تونل به قطر خارجی ۵/۵ متر انجام می گیرد. حجم کل مخزن سد کرخه در رقوم ۲۲۰ متر از سطح دریامعادل ۵۶۰۰ میلیون متر مکعب است و در این تراز حدود ۱۶۶ کیلومتر مربع مساحت دارد. انرژی استحصالی از نیروگاه ، حاصل رهاسازی مقدار ۵۱۰ متر مکعب در ثانیه آب به مدت شش ساعت در روز است. آب خروجی از نیروگاه توسط یک تونل پایاب بر داخل رودخانه کرخه تخلیه می شود.



تصویر (۱) - موقعیت عمومی سد کرخه نسبت به شهرهای همجوار

۱۰- معرفی عوامل اصلی طرح

- ۱- کارفرما: شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران
- ۲- مشاور: شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس
- ۳- پیمانکار: شرکت مهندسی سپاسد پیمانکار اصلی ساخت سیستم انحراف ، بدنه ، سرریز و دیوار آب بند

۱۱- معرفی چند نمونه از کاربرد غیر سیستماتیک مهندسی ارزش در سد مخزنی کرخه

پیمانکار پروژه با ابتکار عمل و ارائه راهکارهای مناسب توانسته است در بخش های زیر بصورت غیر سیستماتیک مهندسی ارزش را اعمال نموده و سبب تقلیل زمان و هزینه با حفظ کیفیت و کارایی شود. ۱- انحراف رودخانه ۲- جایگزینی لایه خاک و سیمان به جای ریپ رپ ۳- ایجاد سازمان ابزار دقیق ۴- تکنولوژی و فناوری دیوار آب بند ۵- ایجاد سازمان تولید مصالح و جبران کسری مصالح بدنه ۱-۱- انحراف آب رودخانه کرخه

یکسال پیش از تاریخ با اعمال ابتکار عمل تازه و تقسیم رودخانه به دو بخش بالغ بر ۸۰ درصد عملیات خاکی فراز بند تا انتهای فصل تابستان به پایان رسید و فقط ۲۰٪ حجم عملیات در فصل پاییز که مقارن با بارندگی های فصلی می باشد اجرا شد و با افزایش تعداد ماشین آلات و نیروی انسانی این بخش از عملیات نیز پایان یافت و انحراف آب در تاریخ ۷۴/۷/۲۹ صورت گرفت و ادامه عملیات خاکی جناح میانی ۲ فراز بند نیز بعد از انحراف آب انجام شد. این اقدام در عمل سبب شد آغاز عملیات اجرایی بدنه دست کم ۷ ماه زودتر صورت گیرد و با توجه به هزینه کل پروژه واضح است که بهره برداری از پروژه به همین مقدار زودتر شروع و صرفه جویی اقتصادی حدود ۲۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال را برای مجری به دنبال داشته باشد.

۱۱-۲- اجرای لایه خاک و سیمان

از تراز ۱۹۲-۱۶۰ در بالادست بدنه به جای لایه ریپ رپ که مصالح آن می بایست از فاصله ۶۳ کیلومتری بدنه سد و با صرف هزینه های خرید ، استخراج و انتقال صورت می گرفت که فقط در این ردیف ۷۳۶۹۹۵۰۰۰ ریال برابر جدول (۳) برای مجری طرح صرفه جویی اقتصادی به دنبال داشته ، ضمن اینکه مدت اجرای طرح را حداقل ۶ ماه تقلیل داده است. جدول (۳) میزان صرفه اقتصادی به دلیل اجرای ۳۰۰۰۰ متر مکعب خاک و سیمان به جای ریپ رپ ۷۳۶۹۹۵۰۰۰ که از کیلومتر ۲+۴۰۰-۹۰۰+ بدنه سد و از تراز ۱۹۲-۱۶۰ اجرا گردیده است. علاوه بر تقلیل هزینه عملیات اجرایی برابر جدول ریالی فوق به لحاظ مسافت کوتاه انتقال مصالح خاک و سیمان که حداکثر ۲۰۰ متر بوده است در مقایسه با ۶۳ کیلومتر مسافت حمل مصالح ریپ رپ از نظر تقلیل مدت اجرای پروژه حداقل ۶ ماه مدت اجرای عملیات پروژه را به دنبال داشته است.

جدول (۳)-مقایسه برآورد ریالی اجرای خاک و سیمان به جای ریپ رپ

ردیف	شرح عملیات	واحد	قیمت واحد (ریال)	محاسبه
۱	هزینه تهیه و حمل و اجرای ریپ رپ تا ۵۰ متر	m^3	۲۲/۸۰۲	۲۲/۸۰۲
۲	هزینه حمل مصالح خاکریزی وقتی فاصله حمل بیش از ۵۰ متر و تا ۲۰۰ متر باشد	$km \times m^3$	۲۸۲	۴۲۳
۳	هزینه حمل مصالح خاکریزی وقتی فاصله حمل بیش از ۲۰۰ متر باشد	$km \times m^3$	۱۶۹	۱۰/۳۰۹
توضیح اینکه مسافت حمل ریپ رپ ۱۳ کیلومتر بوده است				۳۳/۵۴۳ ریال

خاک و سیمان

ردیف	شرح عملیات	واحد	قیمت واحد (ریال)	محاسبه
۱	هزینه تهیه و حمل و اجرای ریپ رپ تا ۵۰ متر	m^3	۸۵۰۰	۱*۸۵۰۰=۸۵۰۰
۲	هزینه حمل مصالح خاکریزی وقتی فاصله حمل بیش از ۵۰ متر و تا ۲۰۰ متر باشد	$km \times m^3$	۲۸۲	۱*۲۸۲=۲۸۲
۳	اجرای کوله های زهکش در لایه پوسته	m	۱۶۲۰۶	۰.۰۱۲*۱۶۲۰۶=۱۹۴/۵
توضیح اینکه ماکزیمم حمل ۲۵۰۰ متر بوده و میانگین حمل ۱۰۰۰ متر بوده است.				۸۹۷۶/۵ ریال

۱۱-۳- اجرای پروژه ابزار دقیق

سد کرخه که بالغ بر ۱۸۰۰ ابزار بوده که سلامت ۹۵٪ ابزار نصب شده در مقایسه با سایر پروژه ها نشان از دقت در نصب و نگه داری آنها می باشد که در مقایسه با پروژه های مشابه کم نظیر است ، این مهم با ایجاد سازمان مستقل برای اجرای ابزار دقیق صورت خواهد گرفت این امر هم از نظر هزینه و هم از نظر کیفیت و هم از نظر کاهش زمان اجرای عملیات حائز ارزش ریالی بالایی برای پروژه بوده . طراحی و تعمیر بعضی از دستگاه های اندازه گیری از دیگر دست آورد های این سازمان بوده که عمدتاً با هزینه ارزی ریالی بالایی تا کنون انجام می شده است . طراحی و ساخت دستگاه پیمایش چاه ها و گمانه ها (مونیتورینگ چاه ها) که موجب گردید ، بتوانیم نقاط ضعف و اشکالات بعضی از ابزار ها شناسایی و رفع نمائیم .

۱۱-۴- انتقال فن آوری اجرای دیوار آب بند

انتقال فن آوری اجرای دیوار آب بند سد کرخه به داخل کشور یکی از درخشان ترین ویژگیهای این پروژه است که با اهتمام و اصرار جدی ارگان پروژه در کسب دانش فنی و انتقال فن آوری به داخل کشور و برداشتن گامی هر چند کوچک در راه خود کفایی در عرصه فعالیت های عمرانی و سازندگی است که می تواند تجربه گران قدری در قرارداد های خرد و کلان خارجی در تمامی عرصه ها و طرح های مشابه باشد . یکی از مواد شرایط خصوصی قرار داد شرکت مهندسی سپاسد و پیمانکار شرکت خارجی باوئر آلمان به انتقال فن آوری اجراء ، کنترل کیفیت و تعمیر و نگه داری ماشین آلات تخصصی دیوار آب بند اختصاص پیدا کرده ، بر اساس این بند پیمانکار تخصصی خارجی متعهد گردید فن آوری احداث دیوار آب بند را در قالب آموزش مهندسین ، تکنیسینها در دو بخش الف - در خارج از کشور و ب- در طراحی اجرای دیوار آب بند در کارگاه سد کرخه به شرکت مهندسی سپاسد انتقال دهد که این به نحو مطلوب با علاقه مندی توسط شرکت مذکور انجام پذیرفت . پس از گذشت ۴ سال از اجرای مستقیم پروژه دیوار آب بند

توسط شرکت مهندسی سپاسد نحوه اجرای عملیات به گونه ای بوده که اکنون به جز تهیه قطعات یدکی هیچ گونه نیازی به کمک خارجی به خصوص تعمیرات دستگاه BC-30 احساس نمی شود و در برخی موارد تحسین کارشناسان شرکت مذکور را برانگیخته است. اجرای دیوار آب بند با جدیدترین دانش فنی و استاندارد های جهانی و با آخرین فن آوری موجود دنیا اجرا گردیده است به طوری که علاوه بر رضایت مندی کار فرما و مشاور ، در چند پانل بین المللی در داخل و خارج مورد تایید قرار گرفته است . چنانچه توسط شرکت خترجی باوئر و برابر قرارداد انجام می گرفت بالغ بر ۴۹۸۳۲۵۹۰۰۰ ریال اضافه هزینه را به دنبال داشت که این مبلغ صرفه جویی گردیده است . ضمن آنکه قیمت پیشنهادی برای ادامه عملیات با قیمت اولیه شرکت فوق بیشتر بوده است . جدول شماره (۴)

جدول (۴) - برآورد ریالی اجرای دیوار آببند توسط پیمانکار خارجی

ردیف	شرح ردیف	واحد	بهای واحد		مقدار	جمع کل (با احتساب هر مارک آلمان ۳۸۰۰ ریال)
			ریال	مارک		
۱	حفاری دیوار آببند	m^2	۸۶۶۷۲	۹۳/۳	۶۷۸۴۰	۲۹۷۷۲۹۸۵۷۶۰
۲	مصالح	m^2	۹۱۰۰۰	---	۶۷۸۴۰	۶۱۴۰۶۸۰۰۰۰
۳	ریختن بتن پلاستیک (فقط بتن ریزی)	m^2	۱۱۶۸۸	۶۳/۷	۶۷۸۴۰	۱۷۱۲۲۹۱۵۰۴۰
۴	کل عملیات دیوار آببند	m^2	۱۸۹۳۶۰	۱۵۷	۶۷۸۴۰	۶۳۰۳۶۵۸۰۸۰۰

جدول (۵) - برآورد ریالی اجرای دیوار آببند توسط پیمانکار داخلی

ردیف	شرح عملیات	واحد	بهای واحد	مقدار	جمع کل
۱	حفاری دیوار آببند	m^2	۱۴۸۱۰۴	۶۷۸۴۰	۹۹۹۴۰۵۷۹۲۰
۲	تهیه و تامین و ریختن بتن پلاستیک	m^2	۹۱۶۰۶	۶۷۸۴۰	۶۱۸۱۵۷۲۸۸۰
۳	کل عملیات دیوار آببند	m^2	۲۳۹۷۱۰	۶۷۸۴۰	۱۶۱۷۵۶۳۰۸۰۰
۴	هزینه دیوار آببند با اعمال ضرایب پیمان و تعدیل	m^2	۵۶۳۹۲۰	۶۷۸۴۰	۳۸۰۵۳۳۲۱۶۰۰

۱۲- شیوه های انگیزشی پیشنهادی جهت استفاده از تجربیات پیمانکاران

- هماهنگی میان دیدگاههای متفاوت عوامل دست اندرکار پروژه (کارفرما ، پیمانکار، مشاور) و وجود یک نگاه مشترک عامل ضروری ارتباط و مذاکره در اجرای یک پروژه موفق با رعایت مهندسی ارزش است.
- مشخص نمودن چگونگی توزیع پس اندازهای ناشی از VECP در قرارداد و یا هر سند رسمی دیگر به خصوص سهم پیمانکار که عامل اجرایی بودن او می تواند با کمک
- پرداخت هزینه های خدمات مهندسی ارزش از طرف کارفرما به پیمانکار
- صیانت و حفظ اسرار پیمانکاران ارائه دهنده درحین انجام مطالعه VECP بوسیله کارفرما و مشاور
- درج مواد انگیزشی و تشویقی ، مهندسی ارزش در قراردادها

۱۳- نتیجه گیری

بررسی تجربیات پیمانکار بدنه و سرریز سد مخزنی کرخه و نحوه تقلیل هزینه و زمان در قسمتهای مختلف این پروژه به این نتیجه می رسیم که اگر پیمانکاری بتواند با انگیزه های سازمانی خود بصورت غیر سیستماتیک مهندسی ارزش را به شکل موفقیت آمیز در یک طرح پیاده نماید و سبب تقلیل هزینه و زمان طرح شود ، مسلماً استفاده سیستماتیک از مهندسی ارزش در مرحله ساخت بوسیله پیمانکار با کمک متخصصین این امر می تواند صرفه جویی های قابل توجهی را به بار آورد. استفاده از این روش مستلزم ایجاد بسترهای لازم و مناسب برای اجرای مهندسی ارزش در مرحله اول و در مرحله دوم تعریف و قانونمند کردن شیوه های انگیزشی به شکل دستور العمل ها از سوی سازمان مدیریت و برنامه ریزی می باشد. آموزش های حرفه ای مهندسی ارزش در میان عوامل دستگاه اجرایی ، مشاور و پیمانکار می تواند تاثیر قابل ملاحظه ای در این زمینه داشته باشد.

مراجع

- 1-Society of American Value Engineers(SAVE)(1972),Profit improvement by Value Analysis
- 2-Miles Lawrance D.(1961), Techniques of Value Analysis and Engineering,New York,Mc Graw-Hill(1989)
- 3-Martin K.Sterr(1989) , Managing Production and Operations , Preantice Halm
- 4-David Anderson, Applied Production and Operations Management, West Publishing Co.
- 5-James R. Evans(1993), Applied Production and Operations Management, West Publishing Co.

٦- جبل عاملی ، محمد سعید ، میر محمد صادقی ، علیرضا ، مهندسی ارزش (١٣٨٠)