

## مهندسی ارزش، ابزاری کارآ و موثر در مدیریت پروژه ها

نویسندگان: سید مهدی رضوی، کامران امامی، مجید گلزاده

کارشناس، مدیرعامل شرکت مهندسان مشاور کریت کارآ، مدیر دفتر مهندسی طرح‌های شرکت برق منطقه‌ای  
استان هرمزگان

[Razavi@kuritkara.com](mailto:Razavi@kuritkara.com)

[Emami@kuritkara.com](mailto:Emami@kuritkara.com)

[m.golzadeh@yahoo.com](mailto:m.golzadeh@yahoo.com)

### چکیده:

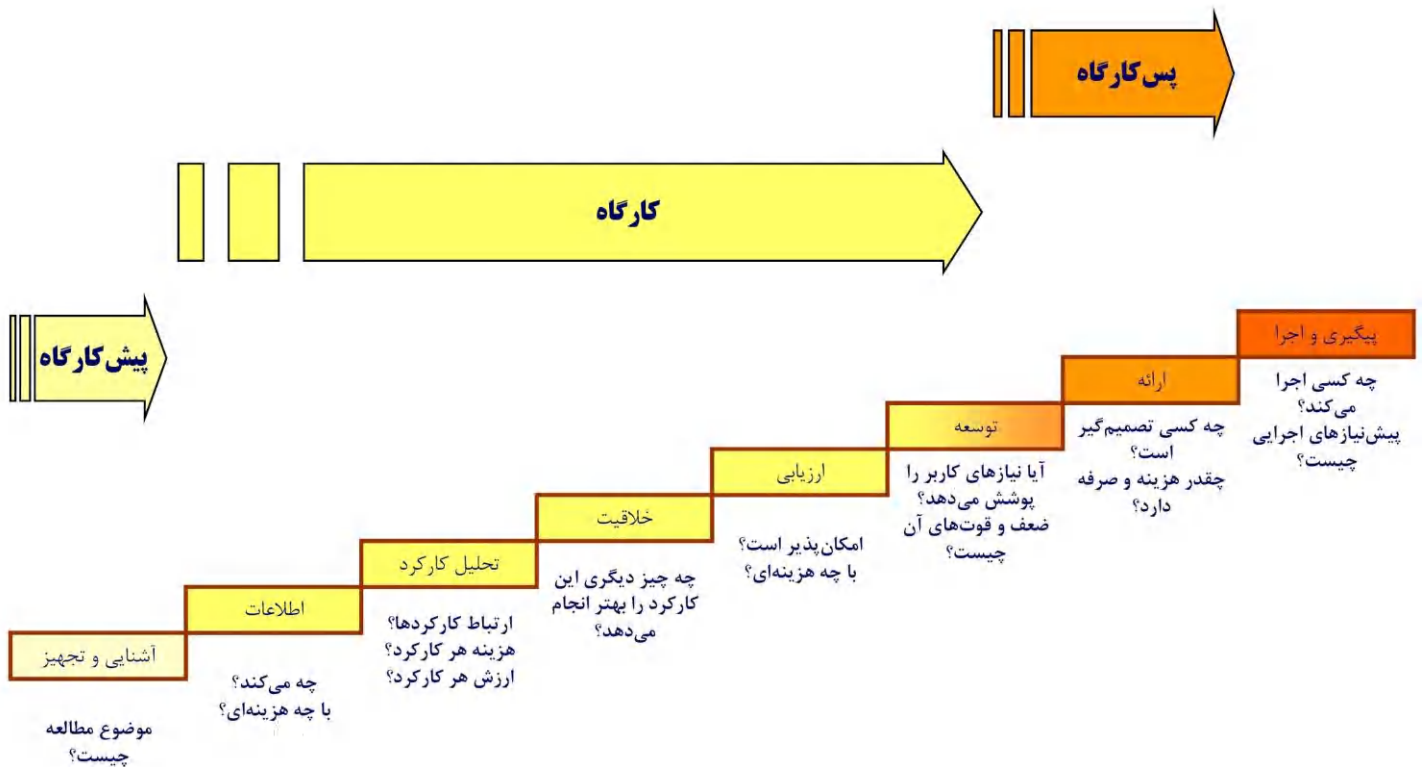
مهندسی ارزش در پی ۶۰ سال تجربه کاربرد و دگرذیسی‌های صورت گرفته در آن، که ناشی از کاربرد عملی این روش در حوزه صنایع تولیدی، روندهای اداری، پروژه‌های عمرانی، صنایع و محصولات مدیریتی بوده است، اکنون دارای دو نقش کلی در عرصه‌های مدیریتی و مهندسی گشته است. از سویی در پروژه‌ها به عنوان عامل افزایش شاخص ارزش، موجب بهبود نتایج سرمایه‌گذاری‌ها و میزان منافع کسب‌شده به منابع صرف‌شده گشته است، و از دیگر سو به عنوان روشی جهت حل مساله، در میان روش‌های دیگر حل مساله خود را متمایز نموده است. عامل موفقیت این ابزار، استفاده از عناصر کلیدی و شناخته‌شده عصر جدید همچون تیم چند تخصصه، تخصص، کار تیمی، خلاقیت نظام‌یافته، روش‌های تحلیل کارکرد و مشارکت عوامل در تمرکز بر مساله در یک متدولوژی واحد و با چارچوب مشخص و گام‌های عملی است.

در این مقاله سعی می‌گردد با مروری کلی بر متدولوژی و روش کار آن، به هر دو نقش این متدولوژی (چه در افزایش شاخص ارزش پروژه و چه در حل مساله) با ذکر مثال‌های مرتبط اشاره شده و نتایج حاصل از کاربرد آن، عمدتاً در نمونه‌های داخلی بررسی شود. همچنین راهکارهایی در استفاده هرچه موثرتر در استفاده از این ابزار مدیریتی - مهندسی ارائه شود.

**کلیدواژه: مهندسی ارزش، حل مساله، مدیریت پروژه، خلاقیت، کار تیمی، تحلیل کارکرد**

## مهندسی ارزش:

متدولوژی ارزش یک ابزار مدیریتی است که با استفاده از هم‌افزایی یک تیم خبره و چند تخصصی (۵ تا ۱۲ نفره) در زمانی در حدود ۱ الی ۴ ماه و با طی مراحل و گام‌های از پیش تعیین شده که به برنامه کار متدولوژی ارزش موسوم است، اقدام به حل مسأله و یا ارتقای ارزش یک پروژه می‌نماید. متدولوژی ارزش بنا به نوع کاربرد آن به نام‌ها متعددی از جمله مهندسی ارزش، تحلیل ارزش، مدیریت ارزش و برنامه‌ریزی ارزش نامیده شده است. همه روش‌های مبتنی بر متدولوژی ارزش دارای گام‌های کلی یکسان (در قالب اطلاعات، تحلیل کارکرد، خلاقیت، ارزیابی، توسعه و ارائه) هستند.



تیم مطالعاتی مهندسی ارزش ترکیبی از کارشناسان متخصص در زمینه‌های مختلف موضوع مورد مطالعه، نماینده کارفرما، نماینده مشاور، نماینده پیمانکار(در صورت وجود)، نماینده بهره‌بردار و تیم راهبری مطالعه (که فرآیند مهندسی ارزش را هدایت می‌کنند) است. البته در بسیاری از موارد، برخی از این نقش‌ها با یکدیگر هم‌پوشانی دارند، به طور مثال مدیر پروژه در بخش کارفرمایی خود در زمینه‌ای از زمینه‌های مورد نیاز متخصص است.

فرآیند مهندسی ارزش یک فرآیند مساله-محور است. به این ترتیب که ابتدا چارچوب مساله مهندسی ارزش و هدف آن در گام پیش‌کارگاه و فاز اطلاعات تعریف شده و در فازهای مختلف، تیم راهبری مانع از انحراف تیم می‌شود. بنابراین افراد تیم به جای تمرکز بر مسائل حاشیه‌ای یا اتلاف وقت و انرژی برای دستیابی به منافع سازمانی خویش، بر روی موضوع مورد مطالعه یا مساله تعریف شده در ابتدای مطالعه تمرکز می‌کنند.

تحلیل کارکرد قلب مهندسی ارزش به شمار می‌رود که در آن کارکردها و اهداف پروژه در تناسب و تناظری منطقی با اجزای پروژه قرار گرفته و با انتخاب کارکردهای پرهزینه، پرفرصت و پرریسک، نقاط تمرکز تیم مجدداً بر مسائل مهم و اساسی جلب می‌شود.

در فاز خلاقیت، تیم تخصصی، ایده‌های بسیاری در مسیر بهبود پروژه و حول محور کارکردهای منتخب مرحله پیش تولید می‌کند. این ایده‌ها در فاز ارزیابی به‌گزینی شده و آن ایده‌ها مورد تمرکز اعضای تیم، در فاز توسعه قرار می‌گیرند. در این فاز سعی می‌شود ایده‌ها به پیشنهادیه تبدیل شود. این پیشنهادیه‌ها راهکارهای نتیجه مطالعه مهندسی ارزش را در حد شماتیک به کارفرما انتقال داده و تحلیل تیم را

نیز در خصوص آن ایده بیان می کند. ادامه این روند مانند روندهای معمول مهندسی مسیر مشاور- کارفرما-پیمانکار را طی می کند تا به اجرا درآید.

نتایج استفاده از مهندسی ارزش حتی در کشورهای توسعه یافته برجسته و قابل توجه بوده است. به طور مثال در وزارت راه و ترابری امریکا در ۱۲ سال اخیر با استفاده از مهندسی ارزش بیش از ۱۶ میلیارد دلار صرفه جویی گردیده است: [۱]

سال	۱۹۹۷	۱۹۹۸	۱۹۹۹	۲۰۰۰	۲۰۰۱	۲۰۰۲	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	جمع
تعداد مطالعات ارزش	۳۶۹	۴۳۱	۳۸۵	۳۸۸	۳۷۸	۳۷۷	۳۴۴	۳۲۴	۳۰۰	۲۴۲	۳۱۶	۳۸۲	۴۲۳۶
هزینه تخمینی مطالعات ارزش (میلیون دلار)	۵	۷	۷	۸	۸	۹	۸	۷	۱۰	۸	۱۲	۱۲	۱۰۱
ارزش پیشنهادات مورد قبول (میلیون دلار)	۵۴۰	۷۶۹	۸۴۶	۱۱۲۸	۸۶۵	۱۰۴۳	۱۰۱۶	۱۱۱۵	۳۱۸۰	۱۶۵۰	۱۹۷۰	۲۵۳۰	۱۶۶۵۲
نرخ بازگشت هزینه مطالعات ارزش	۱:۱۰۶	۱:۱۱۷	۱:۱۱۳	۱:۱۴۵	۱:۱۱۹	۱:۱۱۶	۱:۱۲۰	۱:۱۴۵	۱:۳۳۵	۱:۲۴۰	۱:۱۵۷	۱:۳۰۵	۱:۱۸۹

نکته قابل توجه در نتایج راه و ترابری امریکا، میزان بازگشت سرمایه (ناشی از صرفه جویی در هزینه پروژه ها) به هزینه اینگونه مطالعات است که عددی در حدود یک به ۱۹۰ را نشان می دهد. در حقیقت به ازای هر دلار که صرف انجام مطالعات مهندسی ارزش و اعمال تغییرات ناشی از آن در پروژه ها شده است، ۱۹۰ دلار کاهش هزینه به دست آمده است. نکته دیگر ثبات مطالعات در سال های مختلف است به طوری که در هر سال در حدود ۳۵۰ مطالعه مهندسی ارزش در راه و ترابری این کشور انجام می شود.

اکنون در امریکا تمامی پروژه های ملی راه و ترابری بیش از ۲۵ میلیون دلار، پروژه های آبی بیش از ۱۰ میلیون دلار و پروژه های ساختمانی بیش از ۱ میلیون دلار ملزم به انجام مطالعه مهندسی ارزش هستند.

## مهندسی ارزش در ایران

در ایران نیز در بخش آب (سد، فاضلاب، شبکه و تاسیسات وابسته)، برق (شبکه، پست های توزیع)، راه و ترابری (بنادر، راه، راه آهن، فرودگاه ها)، پروژه های شهری و ... از این روش استفاده های موفقیت آمیزی گردیده است. در برنامه های سوم و چهارم و پیش نویس برنامه پنجم توسعه بر انجام این مطالعات تاکید گردیده است. همچنین مطابق بخشنامه شماره ۱۰۰/۲۱۵۹۱۹ مورخ ۱۳۸۴/۱۲/۱۴ سازمان مدیریت و برنامه ریزی (سابق)، انجام مطالعات مهندسی ارزش بر روی طرح های بیش از ۲۰ میلیارد ریال، حداقل یک مطالعه ارزش و بیش از ۸۰۰ میلیارد ریال حداقل دو مطالعه ارزش الزامی گردیده است. در زیر به الزامات و توصیه های اعمال مهندسی ارزش در این دستورالعمل اشاره می گردد:

طراحی تفصیلی				امکان‌سنجی نهایی و طراحی اولیه	امکان‌سنجی اولیه	آغاز	مراحل اجرایی	
اتمام	۷۵٪ پیشرفت	۵۰٪ پیشرفت	۲۵٪ پیشرفت				نوع پروژه	اندازه طرح یا پروژه (میلیارد ریال)
				یک مطالعه یا ۳-۵ روز کارگاه اجباری	---	---	۱۰۰ تا ۳۰۰	کوچک
				یک مطالعه یا ۳-۵ روز کارگاه اجباری	---	---	۱۰۰ تا ۲۱۰	متوسط
				یک مطالعه یا ۵ روز کارگاه اجباری	یک مطالعه یا ۳ روز کارگاه اجباری	---	۴۰۰ تا ۸۱۰	بزرگ
				یک مطالعه یا ۵ روز کارگاه اجباری	یک مطالعه یا ۳ روز کارگاه اجباری	---	بیش از ۸۰۰	بسیار بزرگ

در کارهایی که با ماهیت ناشناخته زمین و آب مرتبط هستند (مانند سدسازی، تونل‌ها، کارهای دریایی)، این کارگاه اجباری است.

به علاوه پیمانکاران می‌توانند مطابق بخشنامه شماره ۱۳۸۳/۷/۲۹ مورخ ۱۰/۱/۱۳۷۹۳۲ از پاداش ناشی از کاهش هزینه طول عمر پروژه به میزان ۲۵-۴۵ درصد صرفه‌جویی حاصله برخوردار شوند که متأسفانه از دید اغلب پیمانکاران مغفول مانده است.

## مهندسی ارزش از دیدگاه افزایش شاخص ارزش

مهندسی ارزش، دو نقش در اجرای پروژه‌ها دارد:

- افزایش شاخص ارزش پروژه‌ها
- حل مساله

شاخص ارزش پروژه، یکی از نقاط اعمال دیدگاه جامع‌گرایانه مهندسی ارزش است. از این دیدگاه مهندسی ارزش سعی می‌کند شاخص ارزش پروژه را که ترکیبی از معیارهای کیفی و کمی است را ارتقا دهد. در مهندسی ارزش، شاخص ارزش به صورت زیر تعریف می‌گردد:

**هزینه طول عمر / (کارایی \* کیفیت) = شاخص ارزش**

کیفیت مجموعه‌ای از معیارهای کیفی را در خود دارد که در ابتدای مطالعه و در پیش‌کارگاه توسط تیم تعریف می‌گردد. این معیارها در فاز اطلاعات توسط اعضای تیم وزن‌دهی شده (معمولاً با روش AHP) و در انتهای مطالعه ارزش، گزینه‌های پیشنهادی بر اساس معیارهای ارزیابی، امتیازدهی شده و امتیاز کیفی هر گزینه محاسبه می‌شود.

معیار کارایی، میزان برآورده شدن کارکردهای اصلی پروژه توسط هر گزینه بیان می‌شود. به عنوان مثال، هر گزینه که کارکردهای بیشتری را برآورده کند، کارایی بیشتری داشته و امتیاز بالاتری در این معیار می‌آورد.

هزینه محاسبه شده در شاخص ارزش، هزینه طول عمر پروژه است. این هزینه مجموع هزینه‌های تملک، ساخت، بهره‌برداری، نگهداری و اسقاط است. آنچه در ارزیابی گزینه‌های مهندسی ارزش مهم است، کل مجموع این هزینه‌ها است. این نقطه یکی از نقاط اعمال دیدگاه جامع‌گرایانه در مهندسی ارزش است.

## مهندسی ارزش از دیدگاه حل مساله

علاوه بر کاربرد رایج آن در بهبود شاخص ارزش (عمدتاً از طریق کاهش هزینه، همزمان با حفظ کیفیت و کارایی)، از این روش می‌توان در حل مسائل مهندسی-مدیریتی حین طراحی و اجرا نیز استفاده نمود. از جمله این مسائل که در پروژه‌های کشور به وفور یافت می‌گردد می‌توان به عدم قطعیت منابع تامین اعتبار، عدم تطبیق طرح با شرایط محیطی، مشکلات ناشی از تغییر سریع تکنولوژی، حوادث غیرمترقبه، مسائل ناشی از تغییرات شرایط زمانی و مکانی به خصوص در فاصله طراحی و اجرا، تغییر نیازها، نیاز به تصمیم‌گیری سریع در روند اجرا، تداخل و تعامل با پروژه‌های موازی یا مجاور، تغییر در پروژه‌های بالادستی یا پایین‌دستی، ضعف در تعامل‌های عوامل پروژه، و ... اشاره نمود.

در این گونه موارد، راهکار مبتنی بر پارتینینگ و استفاده از هم‌افزایی عوامل مختلف پروژه، می‌تواند کارفرما را در دستیابی به راهکار مناسب، با استفاده از کمترین منابع یاری نماید. مهندسی ارزش به سبب استفاده از تیم چند تخصصه و چند عاملی، هم‌افزایی، خلاقیت و تحلیل کارکرد (که نگاه سریع و مناسبی به فلسفه اجزای پروژه دارد)، نسبت به روش‌های معمول دارای مزایا و نقاط قوت بسیاری است.

## مهندسی ارزش و مسائل مالی پروژه‌ها

مهندسی ارزش عمدتاً بر روی هزینه طول عمر پروژه تمرکز می‌کند و سعی می‌نماید با کاهش هزینه طول عمر و به خصوص هزینه اجرا (که مشکل اغلب پروژه‌هاست)، مشکلات پیش روی پروژه‌ها را رفع نموده و شاخص ارزش آن‌ها را افزایش دهد. البته هدف مطالعات ارزش به ترتیب اولویت در ابتدای هر مطالعه (در زمان پیش‌کارگاه) بر اساس انتظارات کارفرما تعریف می‌گردد. با توجه به اینکه مشکل عمده بیشتر پروژه‌های عمرانی در کشور، مشکلات منابع مالی و هزینه‌های اجرایی است، بیشتر مطالعات مهندسی ارزش نیز بر روی کاهش هزینه ساخت تمرکز دارد.

در مطالعه پست ۴۰۰/۲۳۰/۶۳ کیلومتر سادات‌آباد هدف، کاهش منابع مورد نیاز شامل زمان، منابع مالی، زمین و حفظ یا ارتقای شاخص‌های کیفی مانند قابلیت اطمینان، اتکاپذیری، سهولت نگهداری و تعمیرات، سهولت بهره‌برداری توسط شرکت برق منطقه‌ای تهران تعریف گردید. در کارگاه که با شرکت ۱۲ کارشناس خبره و مدیران ارشد شرکت برق منطقه‌ای تهران در مهرماه ۱۳۸۳ تشکیل شد، نمودار تحلیل کارکرد سیستمی (FAST) برای ۱۵ جزء پست و سیستم فراگیر ترسیم گردید، سپس از ایده‌پردازی بر ۹ کارکرد برگزیده، ۲۳۴ ایده استخراج شد. از ارزیابی و ترکیب ایده‌ها و ترکیب آنها، ۸ گزینه و ۶۸ توصیه کلی به دست آمد. این گزینه‌ها شامل تغییر تجهیزات و انتخاب تکنولوژی نوین (AIS به GIS)، تغییر مرحله‌بندی فازهای ساخت و توسعه ۱۰ ساله پست، بهبود اتصال خطوط به پست و جانمایی بهینه اجزای پست بود. مقایسه هزینه گزینه‌های برگزیده به تفکیک اجزای مهم بصورت زیر است:

اولویت هر گزینه از نظر تیم مطالعه			هزینه (میلیارد ریال)							گزینه
			جمع کل هزینه‌ها	ارتباط با خط ۴۰۰	نصب و ساختمانی	تعمیرات نگهداری	کاهش تلفات	هزینه زمین	مساحت زمین (متر)	
اولویت تیم	شاخص ارزش	معیار کیفی هر گزینه								

مبنا	۹۵	۱۵۰	۵۷,۰۰۰	۲۸۵	۰	۳۳	۵/۷	۰	۰	۰	۱۷۵	---
G1	۱۴۲	۱۰۳	۱۵,۶۰۰	۷۸	-۲۰	۸/۳	۱۰	۴	۳۲۵	۱۶۴	۰/۵۰۵	۱
G2	۱۴۲	۱۰۳	۱۳,۶۰۰	۶۸	-۲۰	۸/۳	۹	۴	۳۱۴	۱۵۸	۰/۵۰۳	۲
G4	۱۴۲	۱۰۳	۱۱,۷۰۰	۵۹	-۲۰	۸/۳	۱۱	۴	۳۰۷	۱۴۴	۰/۴۶۹	۳

میزان کاهش هزینه در گزینه برتر (G1) معادل ۴۲٪ هزینه اولیه طرح (از ۵۶۹ میلیارد ریال به ۳۲۵ میلیارد ریال سال ۱۳۸۳) و بازگشت سرمایه آن بیش از ۱ به ۱۲۰۰ بود. از دلایل موفقیت چشمگیر مطالعات می‌توان به حمایت مدیریت، زمان مناسب انجام مطالعات ارزش، تسلط تیم بر مهندسی ارزش، تعریف درست محدوده، همراهی مشاور، ترکیب مناسب تیم و انجام گام به گام برنامه کار اشاره نمود. [۲]

## مهندسی ارزش و مسائل زمانی پروژه‌ها

مهندسی ارزش در پروژه‌هایی که از لحاظ زمان مساله‌ساز شده اند نیز می‌تواند موثر باشد. نمونه زیر یکی از این موارد است:

مطالعات مهندسی ارزش طرح شبکه آبیاری و زهکشی خداآفرین در محدوده استان اردبیل با هدف بهبود ارزش پروژه (کاهش زمان ساخت، افزایش کارکردها، بهبود کیفیت و کاهش هزینه) در بهمن‌ماه ۱۳۸۸ آغاز گردیده و در مردادماه ۱۳۸۹ به اتمام رسید. در نتیجه این مطالعه و بر اساس نظر تیم ۹ پیشنهادیه و ۴ توصیه به تصویب رسید تا توسط کارفرما برای مطالعات بازننگری ابلاغ گردیده و یا به صورت پایلوت تدقیق گردد. این پیشنهادیه‌ها در مجموع با پتانسیل صرفه‌جویی قابل توجه می‌توانند در صورت تلفیق تا دوره ساخت را به میزان ۲۰٪ و هزینه‌های ساخت را به میزان ۲۵٪ کاهش دهند. همچنین این پیشنهادیه‌ها پتانسیل افزایش کیفیت تا ۲۷٪، شاخص درآمد به هزینه تا ۲۶/۵ درصد و بهبود شاخص ارزش تا ۵۳٪ را نیز دارا هستند. [۳]

پیشنهادیه	امتیاز کیفی	درصد صرفه جویی در هزینه ساخت	بهبود درآمد به هزینه دوره عمر	شاخص ارزش	بهبود شاخص ارزش
اجرای عملیات خاکی کانال و آب‌اندازی و لاینینگ در فاز بعد	۶۹,۱۴	۳,۹۹٪	۱,۱۷۸	۱۱۸,۷۶	۱,۵۲۳
استفاده از قطعات پیش‌ساخته بتنی برای لاینینگ	۶۸,۴۷	۱,۴۲٪	۱,۰۸۶	۱۰۶,۹۳	۱,۳۷۱
استفاده از قیرآبه بر روی شیب‌ها و به‌کارگیری سایر مواد ایزولاسیون	۵۸,۸۵	۸,۲۱٪	۱,۱۵۹	۱۰۴,۶۸	۱,۳۴۳
استفاده از لاینر برای اجرای بهتر بتن با ضخامت کمتر	۶۷,۹۳	-۰,۴۸٪	۱,۰۶۶	۱۰۲,۱۶	۱,۳۱۰
استفاده از قیرآبه بر روی شیب‌ها	۵۹,۳۶	۵,۰۷٪	۱,۱۲۱	۹۸,۷۵	۱,۲۶۷
ژئوممبران با پوشش خاکی	۵۶,۶۵	۲,۹۱٪	۱,۱۸۵	۹۰,۴۶	۱,۱۶۰
باکس بتنی به جای لوله با پوشش فلزی یا پلاستیکی داخلی	۵۶,۹۰	۴,۶۲٪	۱,۰۳۵	۸۷,۱۸	۱,۱۱۸
ژئوممبران روباز	۵۶,۶۵	۵,۷۸٪	۱,۱۶۰	۸۶,۷۰	۱,۱۱۲
طراحی کانال خاکی و پوشش کانال پس از چند سال بهره‌برداری	۴۴,۰۴	۱۳,۷۳٪	۱,۲۶۵	۷۸,۹۶	۱,۰۱۳
طرح مبنا	۵۵,۰۰	۰٪	۱,۰۰۰	۷۷/۹۶	۱,۰۰۰

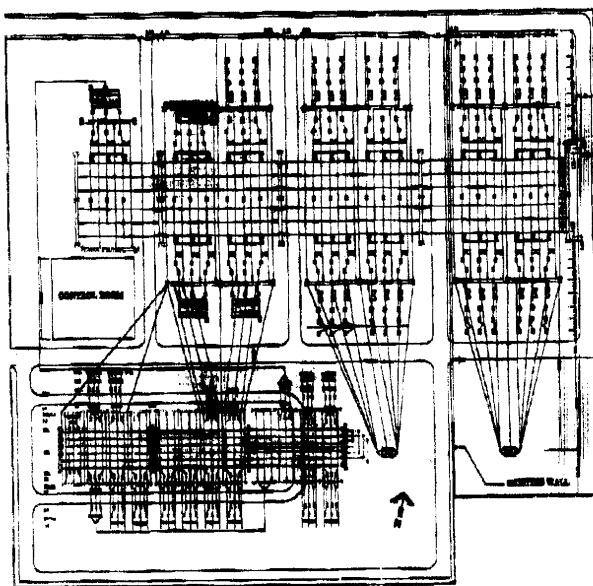
## مهندسی ارزش و کیفیت

مهندسی ارزش تنها بر هزینه های طول عمر تکیه نمی کند، بلکه در شاخص ارزش، معیارهای کیفی را نیز لحاظ می کند. نمونه زیر یکی از این نمونه هاست که گزینه مطالعه مهندسی ارزش، در عین آنکه هزینه بالاتری از طرح مبنا دارد، ولی به دلیل بهبود معیارهای کیفی، دارای شاخص ارزش بالاتری گردیده است:

کارگاه مطالعه مهندسی ارزش توسعه پست میناب در خردادماه سال ۱۳۸۹ برگزار گردید. با انتخاب ۴ کارکرد جهت ایده پردازی، تعداد ۱۴۶ ایده ایجاد گردید. از بین این ایده ها تعداد ۱۳ ایده به عنوان ایده برتر انتخاب گردید. در نهایت سه گزینه با ترکیب ایده ها تهیه گردید. پس از بحث و بررسی، یک گزینه توانست با انجام کارکردهای مورد انتظار، امتیاز فنی مناسبی را نیز کسب کند. مقایسه نهایی گزینه پیشنهادی نسبت به طرح مبنا در جدول زیر آمده است:

شاخص ارزش نرمال	شاخص ارزش	عملکرد	امتیاز گزینه	بیان کل مالی گزینه (میلیون ریال)	گزینه ها
۱,۰۰	۰,۰۰۰۰۴۵۲	۱,۰۰	۵,۰۰	۱۱۰,۶۴۰	طرح مبنا (تعویض دو ترانس ۱۲۵MVA با ترانس های ۲۰۰MVA، مقره های پورسلین، تخریب و بازسازی دوار اتاق کنترل جهت نصب تابلوهای جدید)
۱,۲۹۶	۰,۰۰۰۰۵۸۶	۱,۰۰	۶,۵۸	۱۱۲,۳۰۰	استفاده از ترانس سوم با ظرفیت ۱۲۵MVA پشت اتاق کنترل، چیدمان U شکل تابلوها و استفاده از مقره های سیلیکونی

مشاهده می شود که علی رغم افزایش هزینه گزینه پیشنهادی، به دلیل رشد معیارهای کیفی، شاخص ارزش گزینه پیشنهادی، به میزان ۳۰ درصد افزایش نشان می دهد. [۴]



## مهندسی ارزش و ریسک

جلسات مهندسی ارزش به سبب نوع تیم و وجود ابزارهایی مانند خلاقیت، به جسات تحلیل ریسک شبیه است. وجود عوامل و تخصص‌های مختلف در تیم ارزش، زمینه مناسبی را جهت مقابله با ریسک ایجاد می‌نماید. همچنین این ابزار منتج به گزینه‌هایی خلاقانه و عمیق برای مقابله با ریسک منجر خواهد شد.

مطالعات مهندسی ارزش سرریز سد سیمره با هدف افزایش شاخص ارزش پروژه از طریق کاهش هزینه و زمان اجرای احداث سرریز با عدم کاهش سطح ایمن مطلوب سد در تیرماه ۱۳۸۹ آغاز گردید. پیشنهاد مطالعات مهندسی ارزش سرریز سد سیمره زمانی مطرح گردید که کارفرما ایده‌هایی در زمینه امکان افزایش تراز نرمال مطرح نمود و از مشاور درخواست نمود این ایده‌ها را مورد بررسی قرار دهد. در ادامه به لحاظ دیدگاه جامع و لزوم طرح ایده‌های خلاقانه در جهت اجرایی شدن ایده و همچنین سرعت بالای تصمیم‌سازی، مقرر گردید از روش مهندسی ارزش در دستیابی به این اهداف استفاده گردد. کارگاه این مطالعه با حضور ۱۲ نفر از اعضای اصلی و ۶ نفر از اعضای تیم پشتیبان در محل سد و در ۲۷ تا ۲۹ تیرماه سال ۱۳۸۹ برگزار گردید. در فاز خلاقیت، تعداد ۳۹۳ ایده ارائه شد. از میان این تعداد ایده اولیه، ۱۵ ایده به عنوان ایده برتر و ۱۷ ایده به عنوان توصیه برتر انتخاب گردید. در نهایت در فاز توسعه تعداد ۱۱ پیشنهادیه تهیه و ارائه گردید. در نهایت با ترکیب ایده‌ها تعداد چهار گزینه به صورت زیر استخراج گردید:

**گزینه ۱:** تراز نرمال ۷۲۵، تغییر دریچه به نوع آب‌بند پیشانی‌دار، فرض احداث سازین، استفاده از دو تخلیه‌کننده تحتانی و ۱/۵ واحد نیروگاه در زمان سیل نادر

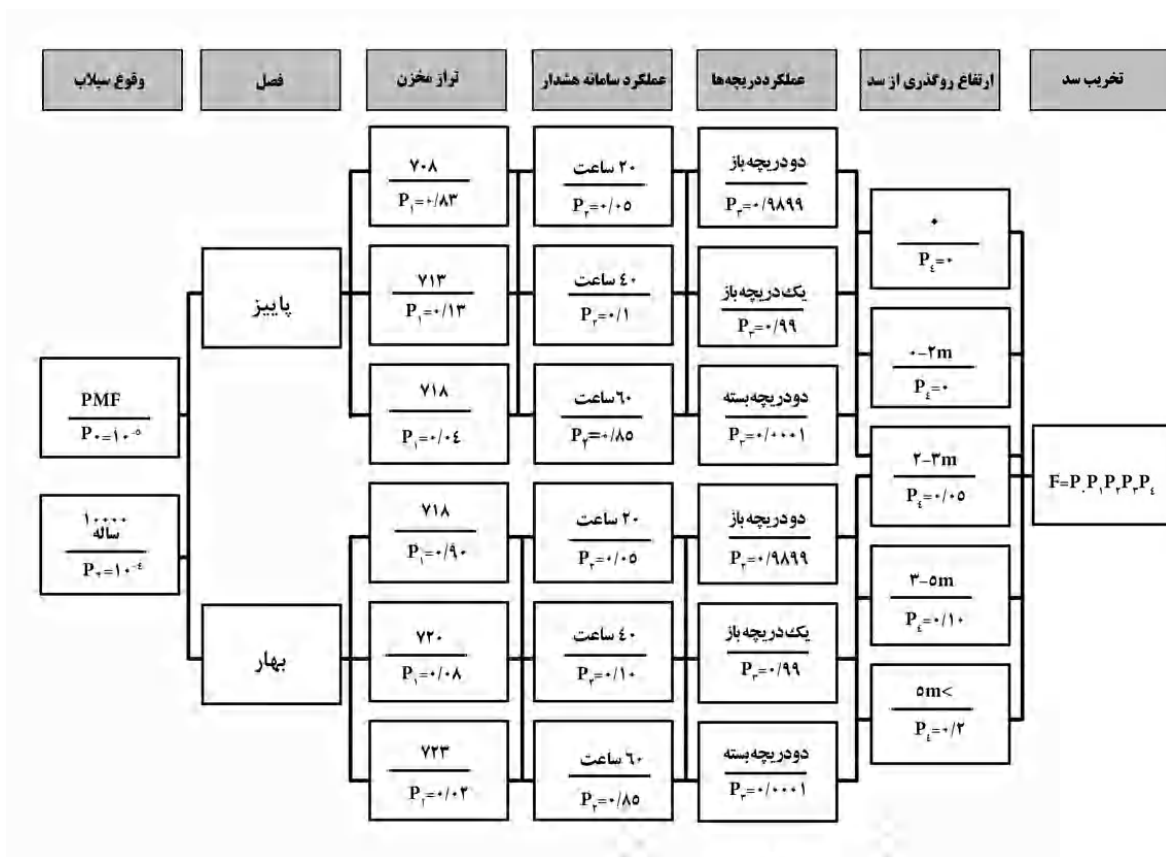
**گزینه ۲:** تراز نرمال ۷۲۵، استفاده از ترکیب دریچه و اتوجی برای افزایش تراز، فرض احداث سازین، استفاده از دو تخلیه‌کننده تحتانی و ۱/۵ واحد نیروگاه در زمان سیل نادر

**گزینه ۳:** تراز نرمال ۷۲۵، استفاده از ضوابط اسپانیا، تغییر دریچه به نوع آب‌بند پیشانی‌دار، فرض احداث سازین، استفاده از دو تخلیه‌کننده تحتانی و ۱/۵ واحد نیروگاه در زمان سیل نادر

**گزینه ۴:** تراز نرمال ۷۲۵، استفاده از PMF بهاره و پاییزه، تغییر دریچه به نوع آب‌بند پیشانی‌دار، فرض احداث سازین، استفاده از دو تخلیه‌کننده تحتانی و ۱/۵ واحد نیروگاه در زمان سیل نادر

در این مطالعه به سبب لزوم تامین ایمنی سد در حد مطلوب، تمامی گزینه‌ها در حین کارگاه و بعد از آن با روش درخت حوادث مورد ارزیابی قرار گرفت و گزینه‌های ارائه شده حاوی ریسک تخریب سد نیز بود. [۵]





## مهندسی ارزش و پیمانکاران

پیمانکاران به طریق دیگری می‌توانند از ابزار مهندسی ارزش استفاده کنند. به این صورت که اگر پیمانکاران پیشنهاد تغییری در پروژه ارائه دهند که با رعایت آیین‌نامه ۲۹۰ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی سابق، موجب کاهش هزینه اجرایی پروژه‌ها گردد، پاداشی معادل ۲۵ تا ۴۵ درصد این صرفه‌جویی به پیمانکار تعلق می‌گیرد. به عبارت دیگر رابطه برنده - برنده پیمانکاران و کارفرمایان موجب می‌شود ضمن کاهش هزینه‌های اجرایی برای کارفرمایان، پیمانکاران نیز از کاهش مبلغ قرارداد خود متضرر نشده و حتی بهره‌مند نیز شوند. این رقم در امریکا و بسیاری از کشورها ۵۰ درصد می‌باشد.

نمونه زیر یکی از مطالعات انجام‌شده در این رابطه است که هنوز در مرحله بررسی توسط کارفرما قرار دارد:

پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش سد غدیر با هدف کاهش هزینه‌های اجرایی و طول عمر طرح و دوره احداث آن در اسفندماه ۱۳۸۸ آغاز گردید. این سد با ارتفاع ۶۵ متر و حجم ۱۲ م<sup>۳</sup> بر روی رودخانه سراب در نزدیکی باباحیدر در حال احداث است. مطالعه مهندسی ارزش سد غدیر توسط پیمانکار آغاز گردید و کارگاه مهندسی ارزش، در روزهای پایانی اسفندماه ۱۳۸۸ برگزار شد. در فاز ایده‌پردازی، تعداد ۱۲۳ ایده ارائه گردید که از این تعداد ۱۴ به عنوان ایده برتر و ۲۳ توصیه انتخاب گردید. پیشنهادهای نهایی تغییر به روش مهندسی ارزش در دو گزینه زیر به کارفرما ارائه گردید:

الف- کاهش عرض تاج سد، فرازبند همگن، حذف نشیب‌بند، استفاده از مصالح مخلوط به میزان ۶۰۰ هزار مترمکعب با صرفه‌جویی معادل ۵۱,۰۹۰ میلیون ریال

ب- کاهش عرض تاج سد، فرازبند همگن، حذف نشیب‌بند، استفاده از مصالح مخلوط به میزان ۸۰۰ هزار مترمکعب با صرفه‌جویی معادل ۶۴,۹۵۷ میلیون ریال [۶]

## راهکارهای استفاده از مهندسی ارزش در پروژه‌ها

با شناختی که در این سال‌ها از مهندسی ارزش و کاربرد آن در پروژه‌ها به خصوص پروژه‌های عمرانی حاصل شده است می‌توان انتظار داشت روند استفاده از این ابزار مدیریتی صعودی بوده و در دهه آینده از قبل استفاده از آن منافع زیادی عاید کشور گردد. به نظر می‌رسد راهکارهای زیر در هر مطالعه ارزش در پروژه‌ها حیاتی باشد:

- ۱- هدف‌گذاری ابتدای مطالعات ارزش بسیار در نتیجه نهایی مطالعات موثر است. این هدف‌ها می‌توانند کاهش هزینه طول عمر، بهبود مشخصه‌های کیفی پروژه، کاهش ریسک، بهبود مسائل زمانی یا حل یک مساله خاص باشد. مبانی مطالعه که در ابتدای هر مطالعه توسط اعضای تیم تعیین می‌شوند، نقشه راه آن مطالعه و شکل‌دهنده نتایج نهایی هستند.
- ۲- ترکیب اعضای تیم در موفقیت مطالعات بسیار تعیین‌کننده هستند. همچنین برای هر جایگاه تخصصی، دانش، تجربه، روحیه کار تیمی، خلاقیت و تعهد آن‌ها به تلاش در راه بهبود پروژه نیز بسیار تعیین‌کننده است. معمولاً قبل از هر مطالعه راهبر آن مطالعه این افراد را با دقت از بین بهترین متخصصان در هر زمینه انتخاب می‌کند.
- ۳- زمان انجام مطالعه، در میزان نتیجه موثر است. بهترین زمان در پروژه‌های کوچک تا بزرگ در زمان انتهایی طراحی شماتیک (فاز یک) و برای پروژه‌های خیلی بزرگ، در انتهایی فاز صفر (امکان‌سنجی) است. ا گذر از این زمان‌های کلیدی و ورود پروژه به فازهای بعد و پیشرفت پروژه، علاوه بر کاهش پتانسیل بهبود پروژه، هزینه اعمال تغییرات نیز به مرور افزایش می‌یابد. البته تاکنون استانداردها و دستورالعمل‌های مختلف، انجام مطالعات را در هیچ‌یک از فازهای پروژه مردود ندانسته‌اند.
- ۴- تیم راهبری مطالعات، زنجیره مطالعه، هدایت‌کننده و شکل‌دهنده نتایج مطالعه است. اختلاف جدی در دو دیدگاه لزوم متخصص بودن و عدم مداخله متخصص هر مطالعه به عنوان تیم راهبری وجود دارد که تاکنون هم به نتیجه قابل اتکایی نرسیده است، اما همه استانداردها، گذراندن آموزش‌های استاندارد، داشتن مدارک بین‌المللی (که ایران به دلیل تحریم‌ها از دستیابی به آن محروم است) و لزوم تجربه چندین مطالعه را به عنوان نقطه مشترک ذکر کرده‌اند. تیم راهبری غیر از شناخت ماهیت مهندسی ارزش و تسلط بر ابزارهای مدیریتی مرتبط، نیاز به برقراری ارتباط انسانی مناسب و روحیه حفظ منافع ملی در انجام مطالعات دارد.
- ۵- مهندسی ارزش در پروژه‌های پر هزینه، پر ریسک، پروژه‌های مرتبط با مردم، پروژه‌های دارای زمان طولانی بین طراحی و اجرا، پروژه‌های دارای اجزای تکرارپذیر و پروژه‌های دارای اجزا یا روش‌های اجرای خاص می‌تواند کارسازتر باشد. اینگونه پروژه‌ها دارای پتانسیل بالاتری برای بهبود هستند.
- ۶- همانگونه که هر ابزار مدیریتی و مهندسی، راهکار تمامی مسائل نیست، این ابزار نیز نمی‌تواند ابزار خیلی مناسبی برای حل اختلاف، انتخاب بین چند گزینه مشخص، مناسب برای پروژه‌های خیلی کوچک، حل مسائل با راهکارهای ثابت و از پیش تعیین‌شده، جایگزین ارزیابی فنی، جایگزین مطالعات امکان‌سنجی، ابزار اعمال نظرات کارفرما در طرح یا ابزار اعمال فشار بر روی عوامل پروژه باشد. هر گونه سوء استفاده از این ابزار، مانند سوء استفاده از ابزارهای فیزیکی، می‌تواند خطرآفرین و مضر باشد.

## منابع و مراجع:

- ۱- وبسایت [www.transportation.org](http://www.transportation.org)
- ۲- گزارش مطالعه مهندسی ارزش پست ۴۰۰/۲۳۰/۶۳ کیلوولت سعادت آباد، ۱۳۸۳، شرکت مهندسان مشاور کریت کارآ

- ۳- گزارش مطالعات مهندسی ارزش طرح شبکه آبیاری و زهکشی خداآفرین، ۱۳۸۸، شرکت مهندسان مشاور کریت کاراً
- ۴- گزارش مهندسی ارزش توسعه پست ۲۳۰/۶۳ میناب، ۱۳۸۹، شرکت مهندسان مشاور کریت کاراً
- ۵- گزارش مهندسی ارزش سرریز سد سیمره، ۱۳۸۹، شرکت مهندسان مشاور کریت کاراً
- ۶- گزارش پیشنهاد تغییر به روش مهندسی ارزش بدنه سد غدیر، ۱۳۸۸، شرکت مهندسان مشاور کریت کاراً