

بسم الله الرحمن الرحيم

**نکاتی آموزشی پیرامون
فنون مهندسی ارزش**

برای کاربردهای صنعت ساخت و ساز و طرح‌های عمرانی

تألیف

دکتر حبیب الله بیات

استاد بازنشسته دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مجموعه ارزش



سرشناسه	بیات، حبیب الله، ۱۳۲۶ -
عنوان و نام پدیدآور:	نکاتی آموزشی پیرامون فنون مهندسی ارزش؛ برای کاربردهای صنعت ساخت و ساز و طرحهای عمرانی / تألیف حبیب الله بیات.
مشخصات نشر:	تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ۱۳۸۸.
مشخصات ظاهری:	۱۷۰ ص.: مصور، نمودار.
شابک	978-964-463-389-8 :
وضعیت فهرستویی:	فیا.
یادداشت	ص.ع به انگلیسی: H. Bayat. Lecture Notes on Value Engineering Techniques for Construction Industry and Civil Works Applications
یادداشت	نمایه.
یادداشت	کتابنامه: ص. ۱۵۵.
موضوع	مهندسی ارزش (کنترل هزینه)
شماره افزوده	دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران).
رده‌بندی کنگره	۱۳۸۸ ن ۸ ب ۹ / TS ۱۶۸
رده‌بندی دیویی	۶۵۸ / ۱۵۵۲
شماره کتابشناسی ملی	۱۸۷۹۰۵۷

عنوان کتاب	: نکاتی آموزشی پیرامون فنون مهندسی ارزش
تألیف	: دکتر حبیب الله بیات
ناشر	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ اول	: پاییز ۱۳۸۸
تیراژ	: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت	: ۲۵۰۰ تومان
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۳۸۹-۸ ISBN: 978-964-463-389-8
	تلفن مرکز پخش: ۶۶۲۹۸۸۶۸

آدرس: خدامان، ول، عصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)



فهرست مطالب

موضوع

پیشگفتار

صفحه

فصل اول : آشنایی های زیر ساختی با مفاهیم (Introduction)..... ۱

۱-۱ کلیات..... ۱

۲-۱ تعریف مهندسی ارزش..... ۳

۳-۱ تبیین آنچه که مهندسی ارزش نیست..... ۴

۴-۱ موانع پیش پا برای کاهش هزینه ها..... ۶

۵-۱ پیشینه مهندسی ارزش..... ۸

۶-۱ قابلیت استفاده از مهندسی ارزش..... ۹

۷-۱ چگونگی اثر گذاری مهندسی ارزش..... ۱۲

۸-۱ زیر ساخت های مهندسی ارزش..... ۱۳

۱-۸-۱ اصول و مبانی..... ۱۳

۲-۸-۱ گردش کاری در مهندسی ارزش..... ۱۳

۹-۱ ارکان مهندسی ارزش..... ۱۶

۱۰-۱ هماهنگ کننده مطالعات مهندسی ارزش..... ۱۹

فصل دوم : مرحله انتخاب (Selection Phase)..... ۲۱

۱-۲ اهداف..... ۲۱

۲-۲ تبیین ویژگی های پروژه هایی که مهندسی ارزش می شوند..... ۲۲

۱-۲-۲ معیار هزینه..... ۲۲

۲-۲-۲ معیار پیچیدگی طراحی ها..... ۲۲

۳-۲-۲ معیار زمان انجام مطالعات مهندسی ارزش..... ۲۳

۳-۲ تأیید انتخاب برای مطالعات مهندسی ارزش..... ۲۳

۴-۲ تدوین برنامه گردش کار برای مطالعات مهندسی ارزش..... ۲۳

۵-۲ ساختار تیم مهندسی ارزش..... ۲۴

۱-۵-۲ ترکیب تیم..... ۲۴



- ۲۵.....۲-۵-۳ داده های مورد نیاز برای مطالعات مهندسی ارزش
- ۲۵.....۲-۶-۱ یادواره (checklist) اقدام های مرحله انتخاب

فصل سوم : مرحله بررسی (Investigation Phase).....۲۹

- ۲۹.....۳-۱-۱ هدف
- ۲۹.....۳-۲-۱ فرازهای بارز مرحله بررسی
- ۳۱.....۳-۳-۱ بحث و گفتن
- ۳۱.....۳-۳-۲-۱ ضرورت جمع آوری تمام انواع اطلاعات
- ۳۲.....۳-۳-۲-۲ ضرورت دسترسی داشتن به منابع اطلاعاتی موثق
- ۳۳.....۳-۳-۲-۳ ضرورت جامع و مانع بودن اطلاعات
- ۳۴.....۳-۳-۲-۴ ضرورت واقع بینی
- ۳۴.....۳-۳-۲-۵ ضرورت جمع آوری اقلام در دسترس هزینه
- ۳۵.....۳-۴-۱ تعیین کارکردها
- ۳۶.....۳-۵-۱ توصیف کردن کارکردها
- ۳۷.....۳-۶-۱ شناسایی ماهیت کارکردها
- ۳۸.....۳-۷-۱ گروه بندی کارکردها
- ۴۰.....۳-۸-۱ روابط کارکردی
- ۴۲.....۳-۹-۱ تدوین نمودار فن تحلیل کارکردی سیستم (FAST)
- ۴۴.....۳-۱۰-۱ تعیین بهای کارکردی
- ۴۴.....۳-۱۱-۱ تعیین هزینه کارکردی
- ۴۵.....۳-۱۲-۱ تعیین ارزش کارکردی
- ۴۶.....۳-۱۳-۱ یادواره مرحله بررسی

فصل چهارم: مرحله اندیشیدن (Speculation Phase).....۴۹

- ۴۹.....۴-۱-۱ هدف
- ۴۹.....۴-۲-۱ فرازهای بارز مرحله اندیشیدن
- ۵۰.....۴-۳-۱ به نام ریزی برای نشست های خلاق



۵۱	۱-۴-۴. فنون الحاق آزادانه اندیشه ها.....
۵۱	۱-۱-۴-۴. توفان اندیشه ها.....
۵۳	۲-۱-۴-۴. ترفند گوردون.....
۵۳	۲-۴-۴. فنون سازمان یافته.....
۵۳	۱-۲-۴-۴. ترفند یادواره.....
۵۳	۲-۲-۴-۴. ترفند فهرستی.....
۵۴	۳-۲-۴-۴. تحلیل ریخت شناسی.....
۵۴	۴-۲-۴-۴. تهیه لیست انتساب.....
۵۴	۵-۴-۴. یادواره اقدام های مرحله اندیشیدن.....

فصل پنجم: مرحله ارزیابی (Evaluation Phase)..... ۵۷

۵۷	۱-۵- هدف.....
۵۸	۲-۵- فرازهای بارز مرحله ارزیابی.....
۵۸	۳-۵- بحث و گفتن.....
۵۹	۴-۵- وزن دهی به ایده ها(که می توان آنها را شبیه گزینه هاتلقی کرد).....
۵۹	۱-۴-۵. روش ترسیمی معیارگرا.....
۶۱	۲-۴-۵. روش ترسیمی هدف گرا.....
۶۱	۵-۵- معیارها و اهداف وزن دهی.....
۶۲	۶-۵- یادواره اقدام های ارزیابی.....

فصل ششم: مرحله پروراندن (Development Phase)..... ۶۵

۶۵	۱-۶- هدف.....
۶۵	۲-۶- فرازهای بارز مرحله پروراندن.....
۶۶	۳-۶- بحث و گفتن.....
۶۶	۴-۶- فنون مورد استفاده در مرحله پروراندن.....
۶۸	۵-۶- شیوه های کارکردی.....
۶۹	۶-۶- برآورد هزینه های چرخه حیات.....



فصل هفتم : مرحله ارائه (Presentation Phase).....۷۱

- ۷۱-۱-۷ هدف.....۷۱
- ۷۱-۲-۷ فرازهای بارز مرحله ارائه.....۷۱
- ۷۲-۳-۷ بحث و گفتمان.....۷۲
- ۷۳-۴-۷ ضرورت مکتوب بودن پیشنهاد نهایی.....۷۳
- ۷۳-۵-۷ چگونگی پذیرفتنی کردن گزارش نهایی مطالعات مهندسی ارزش.....۷۳
- ۷۶-۶-۷ تدوین کارنامه مهندسی ارزش.....۷۶
- ۷۷-۷-۷ برخی از علل رد شدن یافته های مهندسی ارزش.....۷۷
- ۷۸-۸-۷ یادواره اقدام های مرحله ارائه.....۷۸
- ۷۹-۹-۷ گزارش های مکتوب.....۷۹
- ۸۰-۱۰-۷ ارائه شفاهی.....۸۰
- ۸۱-۱۱-۷ تجهیزات نمایشی.....۸۱

فصل هشتم : مرحله اجرا (Implementation Phase).....۸۳

- ۸۳-۱-۸ هدف.....۸۳
- ۸۳-۲-۸ فرازهای بارز مرحله اجرا.....۸۳
- ۸۴-۳-۸ بحث و گفتمان.....۸۴
- ۸۴-۴-۸ ضرورت سرمایه گذاری در اجرا.....۸۴
- ۸۴-۵-۸ سرعت بخشیدن به اجرا.....۸۴
- ۸۵-۶-۸ یادواره اقدام های مرحله اجرا.....۸۵

فصل نهم :مرحله واریسی (Audit Phase).....۸۷

- ۸۷-۱-۹ هدف.....۸۷
- ۸۷-۲-۹ فرازهای بارز مرحله واریسی.....۸۷
- ۸۸-۳-۹ بحث و گفتمان.....۸۸
- ۸۹-۴-۹ شیوه انجام کار.....۸۹
- ۸۹-۵-۹ مقام مسئول واریسی.....۸۹



- ۱-۱۰- هدف..... ۹۱
- ۱-۲۰- روش تحلیل هزینه های چرخه حیات در اقتصادمهندسی..... ۹۴
- ۱-۲-۱۰- ارزش زمانی پول..... ۹۴
- ۲-۲-۱۰- هزینه فرصت متدی سرمایه..... ۹۶
- ۳-۲-۱۰- نرخ تنزیل..... ۹۶
- ۴-۲-۱۰- دوره تحلیل..... ۹۷
- ۵-۲-۱۰- تحلیل فرآیند مالی تنزیلی (Discounted Cash Flow Analysis)..... ۹۸
- ۱-۵-۲-۱۰- روش بهای کنونی..... ۹۸
- ۲-۵-۲-۱۰- روش تقصیط سالانه..... ۱۰۰
- ۶-۲-۱۰- تحلیل حساسیت (Sensitivity analysis)..... ۱۰۱
- ۳-۱۰- عوامل هزینه..... ۱۰۳
- ۱-۳-۱۰- هزینه های آغازین..... ۱۰۳
- ۲-۳-۱۰- هزینه های نگهداری..... ۱۰۴
- ۳-۳-۱۰- هزینه های نوسازی..... ۱۰۴
- ۴-۳-۱۰- هزینه های غیر مستقیم تحمیل شده بر کاربر..... ۱۰۵
- ۵-۳-۱۰- ارزش اسقاطی (Salvage value)..... ۱۰۵
- ۶-۳-۱۰- هزینه های انرژی..... ۱۰۷
- سیاهه (لیست) مراجع و مأخذ منتخب..... ۱۰۸
- پیوست الف: نمونه ای از یک کار مهندسی ارزش توسط نگارنده..... ۱۰۹
- پیوست ب: نمونه ای از یک کارمهندسی ارزش توسط یک شرکت مهندسان مشاور... ۱۲۳
- پیوست پ: نکاتی آموزشی پیرامون ترسیم نمودار فست..... ۱۴۱
- نمایه..... ۱۵۷



همچون بسیاری از دیگر کارهای شبه مهندسی وارداتی، مقوله مهندسی ارزش نیز طلوعی پرهیاهو در کشور داشت و برخی نیز از بازار داغ بحث های دهان پرکن آن توانستند ماهی های بزرگ صید کنند! ولی واقعیت امر این بود که مقوله مهندسی ارزش بدون آنکه به خوبی شناخته شود، مدتی بازیچه ای شد برای جبران و یا بعضاً توجیه ناتوانی های مهندسی در مطالعات پروژه های عمرانی. بهمین جهت هم با وجود آنکه در بسیاری از کشورها، بهره گیری از فنون مهندسی ارزش توانسته است جایگاهی ویژه پیدا کند، در این کشور، هنوز بسیاری مدیرانی که حتی واژه مهندسی ارزش را نشنیده اند و نمی توانند باور کنند که روش هائی برای کاهش چشم گیر هزینه های طرحهای عمرانی هم ممکن است وجود خارجی داشته باشد.

فاصله داشتن مؤلف از تولیدات صنعتی (اگرچه فعالیت های عمرانی را هم صنعت ساخت و ساز تلقی کرده اند) موجب گردیده تا تمرکز نوشتار حاضر بعنوان یک جزوه درسی، بر روی مسایل و مشکلات پروژه های عمرانی و خطاب به مهندسان عمران باشد. احتمالاً فاصله بین آنچه که تولیدات صنعتی در کشورهای صنعتی نامیده می شود با آنچه در این کشور با واژگانی مشابه در بین جامعه متداول است، دلیل دیگری باشد برای سکوت صنعتگران در مقابل این راهکار مهندسی. گفته می شود که فنون مهندسی ارزش زائیده رکود اقتصادی کشور ایالات متحده در سالهای بعد از جنگ دوم جهانی می باشد. تمایل سرمایه داران صاحب صنعت در آن کشور و در آن سالها، انگیزه ای برای وادار سازی مهندسان به دقت کردن در ارقام هزینه های تولید و کشف ارقام غیر ضروری بوده است. اگرچه این پیشینه موضوع که نشأت گرفته از روحیه کاسبکارانه صاحبان صنایع آن کشور بوده، می تواند بخشی از واقعیت ها را نشان دهد، لیکن در صورت آگاهی از طبیعت آنچه که طی مطالعات مهندسی ارزش متعارف انجام می شود و تطبیق آن با برخی رویدادهای عادی در زندگی روزمره خودمان، پی می بریم که بسیاری از مردم کوچه و بازار این مرزو بوم هم بدون اینکه با واژگان مهندسی ارزش برخوردی داشته باشند، از پاره ای از فنون آن به طور ناخودآگاه استفاده می کنند. بنابراین در یک ارزیابی کارشناسانه از پیشینه مهندسی ارزش، محدوده ذکر شده نقطه ۱ است.



ریختن است.

اما، علیرغم چنان توجیهی برای یافتن ریشه های غیرعربی برای مهندسی ارزش، بایستی اعتراف کرد که شکل کلاسیک و مهندسی شده این فنون در سالهای اخیر از غرب به کشورمان راه یافته است. به همین جهت هم منابع و مأخذ پراکنده ای هم که به زبان پارسی تهیه شده اند، مستقیم یا غیر مستقیم از نسخ انگلیسی زبان برگردانده شده اند. همچون دیگر برگردان ها از کارهای مهندسی، تهیه و تدوین متون پارسی زبان برای مهندسی ارزش خالی از مشکل نیست. برای برخی از واژه های انگلیسی می توان معادل های پارسی مناسبی پیدا کرد. مثلاً، سه واژه های بسیار کلیدی و پر مصرف در متون مهندسی ارزش شامل قیمت (Price)، بها (Worth) و ارزش (Value) را می توان بدون نگرانی از پیامدهای نامفهوم شدن متن برگردان شده، مورد استفاده قرار داد. لیکن برای برخی دیگر از واژه ها، کار بسیار دشوار و حتی ناشدنی است. تفاوت بین دو واژه Check, Control در زبان انگلیسی بسیار زیاد است. ولی در پارسی، هیچ واژه مناسبی که بتوان آن را برگردان آنها دانست، وجود ندارد. واژه بسیار پرکاربری چون Function را می توان به کارکرد و Performance را به رفتار و Role را به نقش برگرداند. ولی با این واژه های تطبیق داده شده، مفهوم فنی متن انگلیسی در برگردان به پارسی، اغلب بخوبی متغیر نمی شود. به همین جهت هم نگارنده این نوشتار برگردان متون مهندسی به پارسی را در اغلب موارد تاحدودی نارسا و حتی احتمالاً گمراه کننده، دیده است.

محدودیت دیگری که موجب کاسته شدن از اعتبار متون مهندسی برگردانده شده به پارسی می شود، ناهمخوانی و غیر استاندارد بودن بسیاری از واژه های غیرعربی است که در سالهای اخیر توسط دانش آموختگان گرایش های مختلف مهندسی ابداع شده و بعضاً کاربری نسبتاً گسترده ای هم یافته اند. اینکه دور شدن از واژه های عربی و بکارگیری واژه پارسی بجای آنها در متون مهندسی تا چه حدودی و جاهت فرهنگی دارد، بحثی در ورای تخصص نگارنده می باشد لیکن بدون تردید مسئولیت نویسندگان برای پاسداری از کیان زبان پارسی بسیار سنگین است.

کتاب پیش رو، دستاورد تلاش های نگارنده در کلاس های فراگیر/ آزاد درس



دوره هائی، بخشهایی از برخی جزوات، کتاب های درسی و گزارش های مطالعات مهندسی ارزش که به زبان انگلیسی در دسترس بوده اند، به صورت مروری برگردان شده بوده و سپس با دخل و تصرف در آنها، مطالبی در خور درک دانشجویان تهیه و توزیع گردیده است. دستاوردها و تجربیات اندوخته شده از فعالیت های جرفه ایی نسبتاً گسترده نگارنده در یکی از گرایش های مهندسی عمران نیز به صورت نوعی چاشنی با آن یادداشت های پراکنده درهم آمیخته و مجموعه ای را شکل داده است که ممکن است به عنوان یک جزوه درسی قابل قبول بوده و اینک پیش روی خواننده، می باشد.

هیچ ادعایی برای تصنیفی بودن این اثر در بین نیست. یک جمع آوری، خلاصه نگاری و اقتباس که به زحمت با واژه تالیف قابل تبیین می باشند، برازنده تر برای این اثر است؛ لیکن هدف، بازی با واژه ها نیست. هدف، نشان دادن راه های کاهش هزینه ها به دانش آموختگان مهندسی عمران با کمک فنونی است که فاقد هرگونه پیچیدگی تئوریک است. بدون تردید مطالعات مهندسی ارزش نیاز به وقت، پیگیری و حوصله دارد. ولی نمی توان ادعا کرد که انجام آن فقط از برخی نوابغ برمی آید و لاغیر! با کمی آموزش بجا (مناسب و متناسب) می توان برای مهندسی ارزش در کارهای عمرانی این کشور، یک جای پای استوار فراهم آورد. لیکن باید بخاطر داشت که حتی اگر آموزش مهندسی ارزش به عنوان یک درس متعارف دوره های تحصیلات تکمیلی در دانشگاه های کشور هم فراگیر شود، هنوز راهی طولانی تا نیل به اهداف آن در این کشور در "حال توسعه" وجود خواهد داشت. وجود "خواست" در بین مدیران در ارتباط با طرحهای عمرانی، برای پیدا کردن راهکارهای کاهش هزینه های طرح عمرانی، نخستین ابهامی است که نمی توان با آموزش فنون مهندسی ارزش به آن رسید. چراکه هر "خواست" منطقی موقوف به وجود انگیزه می باشد و با نیروی انگیزه است که حتی اگر "خواست" مطرح دشوار بنماید، بازهم به فراموشی سپرده نمی شود. در همین مقوله مهندسی ارزش نیز اشاره می شود که برای یافتن یک راه حل مناسب برای یک مسأله فنی، وقتی انگیزه وجود داشته باشد، ایده های نو خلق می شود. بنابراین ابهام "خواست" به ابهام وجود انگیزه بدل می شود و این سؤال مطرح می گردد که آیا مدیران ذیربط، انگیزه ای برای کاهش هزینه های طرحهای عمرانی در کشور دارند؟ بدون تردید پاسخ به این سؤال در ورای اهداف یک جزوه درسی مختصر است.

دومین ابهام، در دسترس نبودن زیرساخت های مقرراتی مکفی برای نیل به اهداف



مهندسی ارزش می باشد. مقررات یاد شده نمودهای مختلفی می تواند داشته باشد. مثلاً، عدم وجود مقررات آموزشی لازم برای تقویت "تفکر خلاق" در بین دانش آموختگان گرایش های مهندسی، در حال حاضر، یکی از گلوگاه های توسعه فنون مهندسی ارزش می باشد. از این منظر، زیرساخت های آموزش عالی، خود ناهنجارهایی دارند که به نظر نمی رسد با برنامه ریزی های دست انجام، بتوان بر آن چیره شد. تجربیات ۳۵ ساله نگارنده حاکی از آن می باشد که حتی اندک ترین زمینه برای ایجاد تحول در شیوه های آموزشی کنونی در دانشگاهها و حرکت بسمت شیوه های مدرن آموزش برای تربیت افراد خلاق در بین برنامه ریزان آموزش عالی وجود ندارد!!

مقررات حاکم بر روابط بین رئوس مثلث ساخت (کارفرما- پیمانکار- مشاور) نیز نیازمند به بازنگریهای اصولی برای روان سازی حرکت مهندسی ارزش می باشد. اگر مقرر شود که کارهای مهندسی در این کشور هم "خوب" انجام شود و مؤسسات بازرگانی ای که تلاش می کنند زیر نام مهندسين مشاور، علم مهندسی کپی برداری شده را بفروش برسانند مکلف برعایت ابتدائی ترین باورهای مهندسی شوند، شاید بتوان امیدوار شد که زمینه برای رشد کاربردهای مهندسی ارزش در این کشور هم فراهم آید. نمودی دیگر از لزوم تجدید نظر در مقررات موجود، احتمالاً تجدیدنظر در برخی آئین نامه های دادرسی می باشد تا احقاق حق در منازعات قضایی بین عناصر دخیل، ممکن باشد. برخی گزارش های مرتبط با تصمیم سازی های مدیریتی نشان می دهد که پذیرش اصل ذیحق بودن یک پیمانکار صاحب ایده های خلاق برای کاهش هزینه های اجرائی با فنون مهندسی ارزش، شدیداً زیر سؤال است! در بین چنان مدیرانی اینگونه جا افتاده که اگر تلاش های پیمانکاری مفروض، منجر به صرفه جوئی هائی در هزینه های اجرائی شد، این صرفه جوئی ها تماماً بغیر پیمانکار تعلق دارد. که چنین باوری نمی تواند مفهومی جز ریشه کن کردن انگیزه های لازم برای کاهش هزینه داشته باشد.

علی ایحال و با مسکوت گذاردن چنان زمینه هائی، در نخستین گنش برای فراهم آوردن اساسی فراگیر برای مهندسی ارزش در این کشور، تهیه متون آموزشی از اولویت برخوردارند و این نوشتار نیز در همین راستا تهیه شده است.

برخوردارند و این نوشتار نیز در همین راستا تهیه شده است.



مباحث مفهومی از مهندسی ارزش تعریفی ارایه شده که با تعاریف کلیشه ای متعارف در کتاب های غیر آموزشی تفاوت دارد. سپس وجوه افتراق بین مهندسی ارزش و "مهندسی خوب" مرور گردیده تا آن سؤال همیشگی در ذهن دانشجو پاسخ داده شود که اگر پروژه ای را خوب مهندسی کرده باشند، آیا باز هم جای کار برای مهندسی ارزش باقی می ماند؟ سپس ضمن اشاره به موانع پیش رو در فرآیند کاهش هزینه ها، بطور غیر مستقیم به آن بحث وجود یا عدم وجود انگیزه که قبلاً مورد اشاره قرار گرفت، پاسخ داده شده است. ذکر پیشینه ای مختصر از مهندسی ارزش فقط برای رعایت ترتیب توالی مطالب در این فصل مورد توجه فصول بعدی کتاب حاضر، در حقیقت توضیحاتی آموزشی پیرامون شرح خدمات مطالعات مهندسی ارزش می باشد که با چاشنی مثال های ساده، قابل گوارش علمی گردیده اند.

