

## نقش مدیریت مهندسی ارزش در فرایند طرح‌های عمرانی دفاعی

محمدعلی صحنی<sup>۱</sup>

دکتر فریدون خسروی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۲۵

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۰

### چکیده

پروژه‌های دفاعی و نظامی تأسیسات مهم کشور را شامل می‌شوند که همواره دشمنان در تلاش هستند تا اینگونه پروژه‌ها را شناسایی کنند و در مواقع لزوم تهدیدات خود را علیه این تأسیسات عملی سازند. بنابراین پروژه‌های دفاعی و نظامی به دلیل وجود تهدیدات و آسیب‌های احتمالی ناشی از آن دارای ریسک بالایی نسبت به پروژه‌های عادی هستند و مدیریت ریسک در اینگونه پروژه‌ها حائز اهمیت فراوان است. کشور مورد تخصص با اجرای اقدامات پدافند غیر عامل سعی دارد مانع از شناسایی پروژه‌ها توسط دشمن گردد تا به واسطه آن ریسک موجود را کاهش داده و کنترل نماید. بنابراین انجام مدیریت ریسک مستلزم صرف هزینه برای اجرای ملاحظات پدافند غیر عامل به منظور کاهش هزینه‌های ناشی از تهدید است.

در دهه‌های اخیر، کشورهای صنعتی و در حال توسعه، حتی کشورهای همسایه ایران، ضرورت استفاده از تکنیک‌ها و روش‌های کارآمد را به منظور صرفه‌جویی در هزینه‌ها، درک کرده، با جدیت به دنبال کاهش هزینه‌های غیر ضروری بوده‌اند؛ هزینه‌هایی که هیچ تأثیری در کارکرد، کیفیت، زیبایی، افزایش امنیت و سایر ویژگی‌های مهم پروژه نداشته و در عین حال، در بررسی‌های اولیه و طراحی‌ها نامشهود بوده و یا نادیده گرفته می‌شوند. اینگونه هزینه‌ها، اغلب درصد عمده‌ای از اعتبارات را به

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی پدافند غیر عامل؛ m.ali\_sohofi@yahoo.com

۲- استاد دانشگاه جامع امام حسین (ع)

خود اختصاص می‌دهند. در پروژه‌های دفاعی نیز می‌توان با بررسی روش‌های مختلف، به بهینه‌ترین گزینه برای جلوگیری از شناسایی و تأمین امنیت قابل قبول دست یافت. مطالعه مهندسی ارزش در طرح‌های دفاعی به دلیل ریسک و هزینه‌های اجرای بسیار بالای این پروژه‌ها و پیاده‌سازی ملاحظات پدافند غیر عامل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

**کلیدواژه‌ها:** پدافند غیر عامل، مدیریت ریسک، مهندسی ارزش، تحلیل ارزش، طرح‌های عمرانی دفاعی.

### مقدمه

مهندسی ارزش یک تکنیک ساخت یافته و خلاق به سوی تحلیل کارکردهای یک محصول، خدمت یا سیستم با هدف دستیابی به کارکردهای مورد نیاز در کمترین هزینه کل (دوره عمر) به وسیله مقایسه ارزش آنهاست (مانند کارآیی، دوام، قابلیت نگهداری و تعمیرات، زیبایی و....). مهندسی ارزش محدود به تولید یک طرح با قیمت کمتر نیست، بلکه جستجویی جهت دستیابی به محصولی فراتر با هزینه کمتر است. این عمل مستلزم جریانی مثبت به سمت شناخت و حذف ناخواسته‌ها و غیر ضروری‌ها است.

هدف تحلیل ارزش و مهندسی ارزش برقراری تعادل بین کارآیی و کیفیت در کمترین هزینه دوره عمر است. در بسیاری پروژه‌ها برنامه‌ها و محصولات، تحلیل مهندسی ارزش عملاً به کاهش هزینه‌ای حدود ۱۵ درصد یا بیشتر دست یافته است. صرفه‌جویی‌های درازمدت شامل انرژی، هزینه بهره‌برداری و بهبودهای ساخت‌پذیری به عنوان منافع جانبی آن شناخته شده‌اند. مهندسی ارزش بر مکان‌هایی که دارای بیشترین منافع برای کاربر نهایی یا مشتری است، تمرکز می‌کند (مهندسین مشاور کريت کارآ).

دفاع غیرعامل اقدامات و عواملی را شامل می‌گردد که استفاده از آنها موجب تأمین اهداف پدافند غیرعامل بوده و هر یک از عوامل هزینه‌های مختص به خود را دارا است. مهندسی ارزش در انتخاب یک اقدام از بین عوامل و اقدامات موجود نقش مهمی دارد، به نحوی که علاوه بر تأمین کارایی بتوان با کمترین هزینه به اهداف مدنظر دست یافت. به

عبارت دیگر با استفاده از مهندسی ارزش می‌توان اختلاف بین هزینه و بها را به حداقل ممکن کاهش داد.

### بیان مسأله

هر سال بخش بزرگی از اعتبارات و منابع مالی کشور، صرف سرمایه‌گذاری در پروژه‌های بزرگ عمرانی، صنعتی و دفاعی می‌شود. در حالی که به طور متوسط، این پروژه‌ها چه در بخش محلی، چه در بخش استانی و چه در بخش منطقه‌ای، عموماً با بیش از ۵۰ درصد تأخیر در پیشرفت کار مواجه هستند. تأخیر در پیشرفت کار، علاوه بر آن که موجب طولانی شدن زمان اجرا و صرف هزینه‌های قابل ملاحظه برای راه‌اندازی مجدد یا تکمیل آنها می‌شود، به تحمیل هزینه، از دست رفتن فرصت‌ها در بخش‌های اقتصادی، بهره‌برداری و نیز توجیه‌پذیری طرح‌ها در مراحل بعد و مهم‌تر از اینها باعث تسهیل در شناسایی توسط دشمن در پروژه‌های دفاعی و به زیر سؤال رفتن اصل طرح منجر می‌شود. به عبارت دیگر، گذشت زمان، تحولات فناوری، تغییر شرایط محیطی و اجتماعی، ممکن است طرح‌هایی را که در یک مقطع زمانی دارای توجیه اقتصادی بوده‌اند در شرایط جدید توجیه‌ناپذیر سازد. استفاده از مهندسی ارزش در طول اجرای پروژه و تعیین روش و به کارگیری اقدامات و عوامل پدافند غیرعامل برای مقابله با شناسایی و تحقق در رسیدن به اهداف در نظر گرفته‌شده، کاهش زمان اجرا و کاهش هزینه حائز اهمیت فراوان است. هر قدر پروژه اهمیت بیشتر و هزینه بالاتری داشته باشد اثر مهندسی ارزش بیشتر و غیرقابل اجتناب‌تر خواهد بود تا بتوان با تعیین روش‌های اجرایی مناسب با افزایش کارایی و کاهش هزینه به پروژه با ارزش و بهای بالاتری دست یابیم.

### ضرورت و اهمیت تحقیق

امروزه حفظ سازه‌های دفاعی در مقابل عوامل شناسایی و سنجنده‌های دشمن و تأمین امنیت اینگونه پروژه‌ها و کاهش آسیب‌پذیری آنها موجب صرف هزینه‌های گزافی است که در برخی از موارد مانند اختفای طرح دفاعی در اعماق زمین هزینه‌ها را به چندین برابر افزایش

می‌دهد، در حالی که با جایگزینی برخی روش‌ها می‌توان هزینه‌ها را به میزان قابل توجهی کاهش داد بدون اینکه بر کارایی پروژه اثر منفی داشته باشد و چه بسا کاهش هزینه با افزایش کارایی همراه باشد. بنابراین بررسی اثربخشی مهندسی ارزش در اینگونه پروژه امری ضروری خواهد بود.

### سؤال تحقیق

طرح‌های دفاعی و مدیریت ارزش دارای چه مشخصات مشترکی هستند و پیاده‌سازی مدیریت مهندسی ارزش در طرح‌های دفاعی چه نقشی دارد؟

### قلمرو تحقیق

موضوع مورد تحقیق در همه پروژه‌ها به ویژه پروژه‌های دفاعی و در هر شرایط اقلیمی کاربرد خواهد داشت و برای همه پروژه‌های که در حال حاضر در دست مطالعه بوده و یا در حین اجرا می‌باشند و همچنین پروژه‌هایی که در آینده مطالعه و اجرا می‌شوند کاربرد خواهد داشت.

### روش تحقیق

در این تحقیق و گردآوری مطالب آن از کتب، جزوات و مقالات علمی مرتبط و موجود در کتابخانه‌ها (روش کتابخانه‌ای و اسنادی) بهره‌گیری شده است.

### شرایط تحقق طرح

پس از طرح موضوع در مجامع علمی و تحقیقاتی نیروهای مسلح، این تحقیق قابلیت‌های لازم را برای استفاده در واحدهای مهندسی نیروهای مسلح خواهد یافت تا به عنوان مصوبه لازم‌الاجرا در دستور کار کارفرمایان، مهندسان مشاور و پیمانکاران قرار گیرد.

### سوابق تحقیق

مطالعات و بررسی‌های انجام‌شده در خصوص موضوع تحقیق حاکی از آن است که تاکنون در رابطه با آن مطالعه اساسی صورت نگرفته و یا حداقل مطلب قابل توجهی به صورت کتاب منتشر نشده است. در حالی که موضوع از اهمیت بسیار بالایی برخوردار بوده و می‌بایست به عنوان یک راهکار مهم و ضروری مورد استفاده قرار گیرد. امید است مطالب

گردآوری شده در این تحقیق مورد استفاده محققان و دست‌اندرکاران این حوزه قرار گیرد.

### ارکان مؤثر طرح

#### ۱- عناصر ذی‌نفع

بهره‌برداران از این تحقیق به دلیل نظامی و دفاعی بودن سازه‌های مورد بحث، مجموعه سازمان‌های نیروهای مسلح از جمله ستاد کل ن. م، ارتش، سپاه و به ویژه قرارگاه پدافند غیرعامل خاتم الاوصیا (عج) و دجا، سازمان‌های صنعتی و زرات دفاع و پشتیبانی ن. م و مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی خواهند بود.

#### ۲- عناصر ذی‌ربط

سازمان‌های نیروهای مسلح به ویژه ستاد کل ن. م، سازمان پدافند غیرعامل کشور و دجا.

#### ۳- عناصر ذی‌نفوذ

سازمان‌های ن. م، شامل ارگان‌ها و واحدهای مهندسی و پدافند غیرعامل، قسمت‌های زیربنایی و...، زیرمجموعه نیروهای مسلح، مشاوران و پیمانکاران طرح و اجرای سازه‌های زیرزمینی.

#### ۴- عناصر ذی‌صلاح

سازمان پدافند غیرعامل کشور، قرارگاه پدافند غیرعامل خاتم الاوصیا (عج) و دجا، معاونت آماد و پشتیبانی و تحقیقات صنعتی ستاد کل، معاونت مهندسی و پدافند غیرعامل و زرات دفاع.

#### فرضیه‌های تحقیق

استفاده از علم مهندسی ارزش و پیاده‌سازی آن در پروژه‌های دفاعی به ویژه در اجرای ملاحظات پدافند غیرعامل، علاوه بر دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده به افزایش کارایی بیشتر اینگونه پروژه‌ها منبع شده و هزینه صرف شده به میزان قابل توجهی کاهش داده شده و استفاده بهینه از سرمایه‌های ملی را به همراه خواهد داشت.

## تعاریف و اصطلاحات

### پدافند غیر عامل:

به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌شود که مستلزم به کارگیری جنگ‌افزار نبوده و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارات مالی به تجهیزات و تأسیسات حیاتی و حساس نظامی و غیرنظامی و تلفات انسانی جلوگیری نموده و یا میزان این خسارات و تلفات را به حداقل ممکن کاهش داد (ستاره و همکاران، ۱۳۹۰: ۲۴).

### اقدامات و عوامل پدافند غیر عامل:

اصول دفاع غیر عامل، مجموعه اقدامات بنیادی و زیربنایی است که در صورت به کارگیری می‌توان به اهداف پدافند غیر عامل از قبیل، تقلیل خسارات و صدمات، کاهش قابلیت و توانایی سامانه‌های شناسایی و آشکارساز، هدفیابی و دقت هدف‌گیری تسلیحات آفندی دشمن و تحمیل هزینه بیشتر به وی نایل گردید. انجام اقدامات دفاع غیر عامل در جنگ‌های امروزی در جهت مقابله با تهاجمات دشمن و تقلیل خسارات موضوعی بنیادی است که وسعت و گستره آن تمامی زیر ساخت‌های کلیدی، مراکز حیاتی، حساس و مهم نظامی و غیرنظامی کشور را در بر می‌گیرد.

این عوامل عبارت است از:

- ۱- مکان‌یابی<sup>۱</sup>؛
- ۲- استتار<sup>۲</sup>؛
- ۳- اختفا<sup>۳</sup>؛
- ۴- پوشش<sup>۴</sup>؛
- ۵- فریب<sup>۵</sup>؛

---

1 Site Selection  
2 Camouflage  
3 Concealment  
4 Cover  
5 Deception

۶- پراکندگی<sup>۱</sup>؛

۷- تفرقه و جا به جایی<sup>۲</sup>؛

۸- مقاوم‌سازی و استحکامات<sup>۳</sup>؛

۹- اعلام خبر<sup>۴</sup>.

مکان‌یابی مطلوب را می‌توان مهم‌ترین اقدام پدافند غیر عامل در کاهش آسیب‌پذیری مراکز حیاتی و حساس محسوب نمود؛ زیرا اگر در مرحله صفر پروژه طراحی، احداث و تأسیس مراکز حیاتی و حساس عوامل و معیارهای ذی‌ربط دفاعی و امنیتی از قبیل «حداکثر استفاده از عوارض طبیعی، آمایش سرزمینی، رعایت پراکندگی، پرهیز از انبوه و حجیم‌سازی، مقاوم‌سازی اولیه و بسیاری از فرصت‌های موجود در دسترس» رعایت، نظارت و کنترل شود از بروز بسیاری از مشکلات بعدی نوعاً پیچیده و هزینه‌بر جلوگیری به عمل خواهد آمد.

اقداماتی از قبیل حفاظت، اطفای حریق، امداد و نجات، کنترل خسارات، تخلیه مجروحان و... جزء اصول دفاع عامل نبوده بلکه آن‌ها را می‌توان در ردیف ملاحظات اساسی محسوب نمود که جزء حوزه‌های مسئولیتی سایر ساختارهای سازمانی است.

### تعریف ریسک:

ترکیب احتمال یک واقعه و پیامدهای آن. در تمام انواع مورد پذیرش و قبول از ریسک، ریسک‌ها پتانسیل تبدیل شدن به فرصت یا تهدید را دارا هستند. بنابراین مدیریت ریسک مفهومی دو وجهی است که هم دارای ابعاد مثبت و هم منفی است.

به طور کلی در تفکیک این دو وجه می‌توان گفت که در مباحث و حوزه‌های فعلی مطرح شده در پدافند غیرعامل، مفهوم پیامدها به تبعات منفی اشاره دارد و بنابراین مدیریت در این حوزه، فعلاً بر پیشگیری و کاهش صدمات و آسیب‌ها تکیه دارد (ستاره، ۱۳۹۰: ۲۵).

1 Dispersion

2 Separation

3 Fortification Hardening and

4 Early Warning

### مدیریت ریسک و دامنه کاربرد

ریسک به پتانسیل خرابی یا از بین رفتن دارایی‌ها اطلاق می‌شود و براساس رابطه تجمعی ارزش دارایی‌ها، تهدیدها و آسیب‌پذیری، محاسبه می‌شود. ریسک براساس احتمال وقوع تهدید و یا خطر و نتایج وقوع آن تعریف می‌شود. مدیریت ریسک، فرایند تحلیل مواجهه با ریسک و تعیین بهترین اقدامات، به منظور کاهش ریسک و رساندن آن به سطح قابل قبول است. مدیریت ریسک در پدافند غیرعامل، فرایندی است که هم محافظت از سازمان را در برابر تهدیدات بر عهده دارد و هم ارزش‌گذاری عملکرد سازمان و مدیران آن در جهت اهداف سازمان، در مقابله با تهدیدات، انجام می‌دهد.

مدیریت ریسک، هسته مرکزی هر مدیریت راهبردی سازمانی است. فرایندی است که سازمان‌ها را به صورت روشمند به ریسک‌های مرتبط با فعالیت‌ها و نیز اهداف تعریف‌شده برای هر فعالیت آشنا می‌سازد.

مدیریت ریسک پروسه‌ای دائمی و رو به گسترش بوده و راهبردهای سازمانی و اجرای آنها را در بر می‌گیرد و به صورت کاملاً روشمند، تمام ریسک‌های محیط بر فعالیت‌های گذشته سازمانی، فعالیت‌های فعلی و آتی آن را شامل می‌شود. پروسه شناخت ریسک‌های ناشی از تهدیدات در پدافند غیرعامل، محدود به زمان خاص و یا فقط جزئی از سازمان نیست و همه ابعاد را در بر می‌گیرد (ستاره، ۱۳۹۰: ۲۶).

### مدیریت ارزش

به طور کلی مهندسی ارزش، تلاشی سازمان‌یافته است که با هدف بررسی و تحلیل فعالیت‌های طرح، در مراحل طراحی، بهره‌برداری و نگهداری انجام می‌شود. یا به عبارت دیگر، مهندسی ارزش مجموعه روش‌های نظام‌یافته و کاربردی است که جهت تشخیص و بررسی فعالیت‌ها با حداقل هزینه به کار می‌رود. این بررسی‌ها با استفاده از تجارب، ابتکار و خلاقیت‌های متخصصان در جهت تحلیل کارکرد سیستم‌ها، عوامل تجهیزات و تأسیسات به منظور دستیابی به کارکردهای پیش‌بینی‌شده با کمترین هزینه با حفظ ارتقای کیفیت،



قابلیت اطمینان و کارایی انجام می‌شود (وزارت راه و ترابری، تابستان ۱۳۸۵).

#### تاریخچه مهندسی ارزش

تحلیل ارزش به صورت یک روش فنی ویژه، در سال‌های پس از جنگ جهانی دوم شکل گرفت. در سال ۱۹۶۱ نیروی هوایی آمریکا به دنبال به کارگیری مهندسی ارزش و مشاهده اثربخشی آن در کار پیمانکاران سیستم‌های تسلیحاتی نیروی هوایی، به استفاده بیشتر توانایی‌های بالقوه این روش علاقه‌مند شد. به طوری که در سال ۱۹۶۲ مک نامارا، وزیر دفاع آمریکا، حیثیت و اعتبار خود را بر به کارگیری مهندسی ارزش متکی ساخت و مهندسی ارزش را عنصر اصلی حرکت در جهت کاهش هزینه‌های دفاعی اعلام کرد. اجرای سیستم‌های وی باعث شد که این متدولوژی به عنوان یکی از شروط الزامی در آیین‌نامه تدارکات نیروهای مسلح ایالات متحده آمریکا، مورد استفاده قرار گیرد.

#### فرهنگ مهندسی ارزش

فرهنگ مهندسی ارزش، عبارت است از مجموعه‌ای از باورها، که باید نزد عوامل پروژه، از جمله مشاور ایجاد شود. این باورها، انگیزه شروع مطالعات مهندسی ارزش را به وجود آورده و موفقیت آن را تضمین خواهد نمود. این باورها عبارتند از:

۱. همواره یک راه بهتر و مؤثرتر برای انجام کارها وجود دارد و هدف مهندسی ارزش، پیدا کردن این راه است.
۲. روش موجود تولید محصول یک روش قابل قبول است و با توسعه روشی بهتر، از ارزش و اهمیت آن کاسته نمی‌شود.
۳. هیچ‌گونه اطلاعات محرمانه‌ای در پروژه وجود ندارد و همه اعضای تیم مهندسی ارزش به تمام اطلاعات پروژه دسترسی خواهد داشت.
۴. مهندسی ارزش، فعالیت گروهی است و فرهنگ مشارکت بر آن حاکم است، به دلیل هم‌افزایی و بهره‌گیری از نظرات ذی‌نفعان و در نظر گرفتن شرایط واقعی،

مهندسی ارزشی فی نفسه ارزش را افزایش می‌دهد.

۵. اعضای تیم مهندسی ارزش در زمان انجام مطالعات هیچ‌گونه جایگاه حقوقی در

مورد پروژه نخواهند داشت. به عبارت بهتر همه اعضای می‌باید فراموش کنند

کارفرما، مشاور و یا پیمانکار پروژه هستند.

در زمان انجام مطالعات و در تمام مراحل آن هرگز سود و یا زیان شخصی و گروهی

مدنظر قرار نمی‌گیرد و تنها کارکرد و ارزش محصول است که باید مورد ارزیابی و تحلیل

قرار گیرد.

۱. از نتایج انجام این مطالعات هیچ یک از ارکان پروژه متضرر نمی‌شود.

۲. با توجه به موارد عنوان‌شده در بالا ملاحظه می‌گردد بدون پذیرش فرهنگ

مهندسی ارزش توسط مشاور امکان موفقیت در مطالعات مهندسی ارزش کاهش

خواهد یافت (وزارت راه و ترابری، ۱۳۸۵).

#### **اهمیت مهندسی ارزش**

افزایش پیوسته هزینه‌های اجرایی و توسعه روزافزون فناوری، حذف آن بخش از هزینه‌ها را

که نقشی در ارتقای کیفیت ندارند و از لحاظ اجرایی نیز غیر ضروری هستند، الزامی ساخته

است. به کارگیری مهندس ارزش در پروژه‌های اجرایی با توجه به پیچیدگی کارها به ویژه

در طرح‌های بزرگ اجرایی، می‌تواند به ابزار بی‌چون و چرای مدیریت در کنترل هزینه‌ها

تبدیل شود. هدف این روش، از میان برداشتن یا اصلاح هر چیزی است که موجب تحمیل

هزینه‌های غیر ضروری می‌شود، بدون آنکه آسیبی به کارکردهای اصلی و اساسی طرح

وارد آید. مهندسی ارزش، مجموعه‌ای متشکل از چندین روش فنی است که با بازنگری و

تحلیل اجزای کار قادر خواهد بود، اجرای کامل طرح را با کمترین هزینه و زمان تحقق

بخشد. هزینه طرح در این مقوله نه فقط هزینه‌های طراحی و اجرا بلکه هزینه‌های مصرف در

سراسر دوره عمر مفید طرح را نیز شامل می‌شود. روش‌های مهندسی ارزش می‌تواند موجب

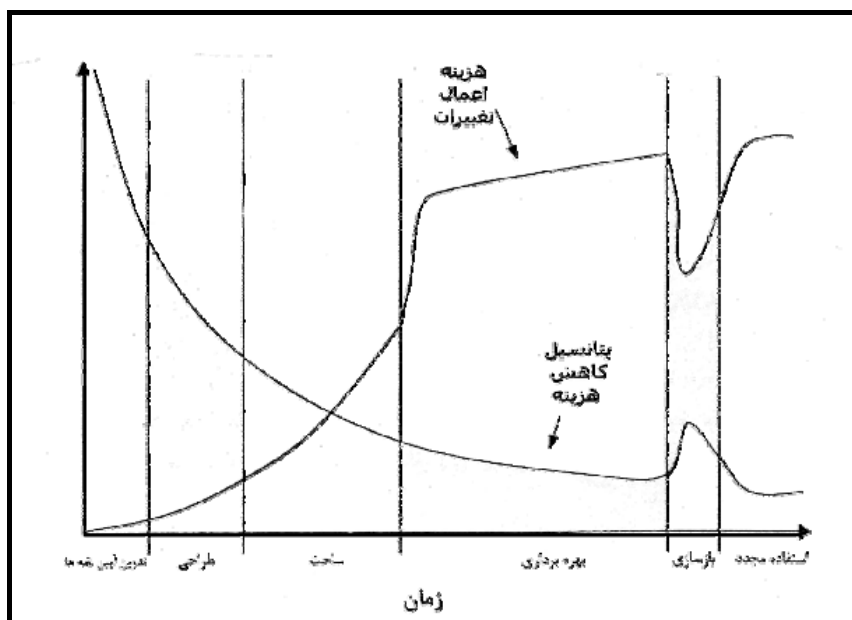
اصلاح و ارتقای کیفیت فرایندهای تولید صنعتی و انجام طرح‌های جدید در هر مرحله از یک پروژه اجرایی گردد. بر خلاف آنچه که در صنایع تولیدی مرسوم است و می‌توان یک روش اصلاحی را همواره در مراحل بعدی تولید یک محصول خاص نیز اجرا کرد، در پروژه‌های ساختمانی که هر سازه دارای شرایط ویژه‌ای است، حدود به کارگیری یک روش اصلاحی مهندسی ارزش، محدود به همان پروژه است. گذشته از این، امکانات صرفه‌جویی در هزینه‌های یک پروژه اجرایی نیز در مراحل مختلف آن تفاوت‌های بسیار پیدا می‌کند. با آنکه روش مهندسی ارزش را می‌توان در تمام مراحل یک پروژه اجرایی به کار گرفت، بیشترین مزایای آن زمانی حاصل می‌شود که در نخستین مراحل برنامه‌ریزی و طراحی به کار گرفته شود. نوآوری و جنبه‌های کاربردی مهندسی ارزش، این روش را از روش‌های سنتی و متعارف کاهش هزینه‌ها، متمایز می‌گرداند. روش‌های سنتی کاهش هزینه‌ها، عموماً از تجربیات گذشته، نگرش‌ها و عاداتی که جنبه تکرار به خود گرفته است، تبعیت می‌کند و اثری از خلاقیت در آنها دیده نمی‌شود. مهندسی ارزش بر عکس، اطلاعات، شناسایی عرصه‌های ابتکاری، پرورش اندیشه‌های نو و تلفیق همه‌جانبه دیدگاه‌هایی را که قرار است توصیه شود، مطرح می‌سازد (انجمن مهندسی ارزش ایران، ۱۳۸۹).

#### زمان شروع به کار مهندسی ارزش

بهترین زمان قبل از اجرای طرح و پس از انجام حدود ۲۵ درصد کار طراحی فاز ۲ است، که البته پروژه‌های بزرگ مثل سدسازی و شهرسازی توصیه براین است که این کار پس از انجام ۱۰ تا ۱۵ درصد اجرا، یا حین اجرا صورت پذیرد. علت این امر آن است که از مسائل و مشکلات پیش‌بینی نشده در حین اجرا جلوگیری شود. مثل تونل‌کنندوان که ایجاد شکاف در لایه ناپایدار شاید به علت عدم انجام مطالعات دقیق زمین‌شناسی و یا گمانه‌زنی، در زمان مطالعه و طراحی سبب افزایش هزینه و زمان اجرا شد (سوادکوهی‌فر، ۱۳۸۶: ۳۶).

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

#### تحلیل ارزش

تحلیل ارزش رویکردی خلاق و سیستماتیک برای بررسی امکان توسعه و بهبود برنامه، پروژه و یا سیستم است. متدولوژی شامل تکنیک‌های گام به گامی است که هزینه‌های غیر ضروری را مشخص و حذف می‌کند.

رویکرد کلی آن، تمرکز بیشتر بر کارکردها و هزینه‌های آنها است تا بر سخت‌افزار

(مهندسین مشاور کریت کارآ).

### - کارکرد

کارکرد چیزی است که موجب می‌شود یک آیتم کار کند (ارزش کاربردی) یا به فروش برسد (ارزش مبادله‌ای). کارکرد، عمل مورد انتظار از یک قطعه، پروژه یا سیستم است.

### - کارکرد اصلی و ثانویه

کارکرد اصلی: عمل اصلی که محصول یا خدمت برای آن طراحی شده است؛ مانند پروژکتور قدیمی، نمایش تصویر.

کارکرد ثانویه: کارکردی که موجب حفظ یا افزایش کارایی ناشی از کارکرد اصلی می‌شود. این نوع کارکرد ممکن است با تغییر طراحی یا روش برآوردن کارکرد اصلی تغییر کند. مانند ویدئو پروژکتور قدیمی، تولید نور، تبدیل انرژی، تولید حرارت، ایجاد جریان هوا.

کارکرد اصلی قابل جداسازی نیست، اما کارکرد ثانویه ممکن است غیر ضروری شود. بنابراین معمولاً با این سؤال می‌توان نوع کارکرد را مشخص کرد.

آیا اگر کارکرد فوق حذف شود باز هم هدف محصول یا پروژه تأمین می‌شود؟

بلی - کارکرد ثانویه است.

خیر - کارکرد اصلی است.

### - هزینه و بها

هزینه: آنچه باید واقعاً در قبال یک محصول یا خدمت پرداخت شود.

بها: میزانی که کارکرد مورد نظر در محصول یا خدمت فوق می‌ارزد. به عبارت دیگر، میزانی که به صورت معمول برای دستیابی به کارکردی باید پرداخت گردد و نه بیشتر.

### - روش محاسبه بها

۱- کالا یا خدمت مشابه (دارای قیمت پایین‌تر)؛

۲- مجموع قیمت مواد اولیه؛

۳- میزانی که مشتری برای آن پول پرداخت می‌کند؛

۴- کمترین هزینه برآورده کردن یک کارکرد؛

۵- کمترین هزینه کالا / خدمت رقبا؛

۶- برآورد تیم.

#### شکاف ارزش (اختلاف بین هزینه و بها)

هدف مهندسی ارزش، ایجاد تعادل بین هزینه و بها (به صفر رساندن شکاف ارزش) است.

هدف مطالعه هزینه، بها انتخاب نقاط دارای شکاف ارزش بالا است (هزینه‌های فراتر از بها).

اطلاعات هزینه‌ای در مدل هزینه که هزینه‌های اجزای مهم پروژه را به صورت نزولی نشان می‌دهد بیان می‌گردد. این اطلاعات در برگیرنده هزینه‌های طول عمر (طراحی، ساخت، بهره‌برداری، تعمیرات، جایگزینی) است.

توضیح ۱: بها به کارکرد (و نه سخت‌افزار یا طرح موجود) نسبت داده می‌شود.  
توضیح ۲: مفهوم بها (به دلیل ماهیت صرفاً مالی اش) اغلب در محصولاتی صنعتی (که تعداد قابل توجهی از مطالعات مهندسی ارزش را شامل می‌شود) استفاده می‌گردد و برای مواردی چون طرح‌های عمرانی و سیستم‌های اداری به علت پیچیدگی و تنوع معیارها و عوامل تأثیرگذار (چون ریسک و ایمنی، ساخت‌پذیری، منافع اجتماعی و...) کاربرد آن مشکل است. به عنوان مثال، بهای سرریز در یک سد مخزنی به صورت روشن قابل برآورد نیست (مهندسين مشاور کريت کارآ).

در مورد بهترین ارزش همیشه دو اصل زیر صادق است:

- در صورت ثابت بودن عملکرد محصول، ارزش با کاهش هزینه‌ها افزایش می‌یابد.
- در صورت ثابت بودن هزینه، ارزش محصول با افزودن عملکرد افزایش می‌یابد (وزارت راه و ترابری، بهار ۱۳۸۵).

### کارآیی:

مشخصه‌هایی فیزیکی که برای تحقق نیازها و خواسته‌های بهره‌بردار و وجودشان ضروری است و شامل عواملی چون قابلیت اطمینان، کیفیت، نمای ظاهری و... است.

### اهداف مطالعه مهندسی ارزش

مطالعه مهندسی ارزش باید برآورده‌کننده نیاز کارفرما در بهبود ارزش طرح باشد. به همین دلیل خواسته‌ها، انتظارات و نظرات کارفرما نقش اساسی در شکل دادن آن دارد. دریافت خواسته‌ها، کشف انتظارات پنهان و اعمال نظرات کارفرما، ضمن تعهد به متدولوژی ارزشی که ابزار خاص مدیریتی است و به تبع آن حلال قسمتی از مشکلات و بهبوددهنده سطحی از طرح (و نه تمام مشکلات و نقص‌ها) است، تیم مطالعاتی را به یک جمع بندی و اجماع بر سر هدف مطالعه می‌رساند. این اهداف در طی پیش مطالعه اصلاح و شفاف می‌شود (مهندسین مشاور کریت کارآ).

### اهداف پروژه

اهداف طرح و روند مطالعات مهندسی ارزش به طور طبیعی نمی‌بایست مغایر با اهداف طرح یا پروژه اولیه باشد. به عبارت دیگر به دلیل اینکه طرح موجود بر اساس یک نیاز و خواست کارفرما، کاربر یا مردم طراحی شده است، مطالعه ارزش نمی‌بایست باعث لطمه زدن به آن یا مانع رسیدن طرح به اهداف از پیش تعیین شده باشد، مگر آن که در طی مطالعات روشن شود اهداف از پیش تعیین شده بر طرف شده، از بین رفته یا نیاز به اصلاح دارند.

### محدوده مطالعات

محدوده مطالعه، قسمتی از کل پروژه است که برای مطالعه ارزش انتخاب شده است. یکی از مباحث مهم و اساسی حیطه مطالعه مهندسی ارزش محدوده مطالعه است. تعریف کم‌دامنه و محدود این قسمت یا وسعت بیش از اندازه آن می‌تواند به کیفیت مطالعات آسیب جدی برساند. تعریف اشتباه مسأله می‌تواند مطالعه ارزش را به یک آنالیز اقتصادی، بازنگری و یا تصمیم‌سازی در خارج از حیطه مطالعات تبدیل نماید.

الزامات کارفرمایی و محدودیت‌های مطالعه (گاوهای مقدس) در مطالعات مهندسی ارزش محدودیت و چهارچوب‌هایی وضع می‌شود تا از تمرکز مطالعات بر مواد غیر قابل تغییر یا مواردی که به دلایل خاص مورد بررسی قرار گرفته و تصمیم‌گیری شده‌اند، جلوگیری شود و انرژی تیم در نقاط مناسب صرف گردد. این محدودیت‌ها و چهارچوب‌ها به دلیل شرایط محیطی، تعهدات کارفرما، برنامه‌های کلان کشور، مباحث مربوط به ایمنی و سلامت مردم، نیازهای اجتماعی و اقتصادی، اقدامات صورت گرفته یا در دست انجام، تحولات جهانی و... به مطالعه تحمیل می‌شود (مهندسین مشاور کریت کارآ).

#### تعیین نقاط بهبودپذیر

انتخاب نقاط بهبودپذیر، فعالیت انتهایی و یکی از بهترین نتایج فاز تحلیل کارکرد است. دقت در این فعالیت موجب جهت‌دهی مناسب به فاز خلاقیت و در نتیجه خروجی‌های مطالعه خواهد شد.

نقاط (کارکردهای) بهبودپذیر (دارای پتانسیل بالا برای بهبود) اغلب با محاسبه شاخص ارزش (بها به هزینه) در کارهای صنعتی و در پروژه‌های عمرانی با در نظر گرفتن متغیرهایی چون ریسک، پیچیدگی، هزینه مورد نیاز و معیارهای دیگر انتخاب می‌گردد. به عبارت دیگر کارکردهایی انتخاب می‌شوند که پرهزینه، پرریسک، پیچیده یا دارای فرصت مناسب برای بهبود باشند. تعداد این کارکردها با توجه به میزان زمان و توان تیم در فاز ایده‌پردازی، معمولاً بین ۵ تا ۱۰ کارکرد متغیر است.

در پایان این فاز این نقاط (کشتزارهای خلاقیت) به همراه وابستگی‌ها، پیش‌نیازها، پس‌نیازها و ارتباطاتشان با اهداف کلی طرح، سیستم، محصول و یا خدمت مورد نظر به فاز خلاقیت وارد می‌شود (مهندسین مشاور کریت کارآ).

در طرح‌های دفاعی علاوه بر قسمت‌های مختلف طرح اقداماتی که برای تأمین امنیت، کنترل و کاهش ریسک طرح اصلی به کار گرفته می‌شوند از نقاط بهبودپذیر پروژه



محسوب می‌گردند. به عنوان مثال استفاده از هر یک عوامل اقدامات پدافند غیرعامل (استتار، اختفاء، فریب و...) تأمین‌کننده تمام یا بخشی از امنیت مدنظر پروژه خواهند بود که به دلیل میزان اثربخشی و هزینه متفاوت آنها، این عوامل جزو نقاط بهبودپذیر طرح قابل توجه هستند.

#### **برنامه کار مهندسی ارزش**

برنامه کاری مهندسی ارزش ارایه‌ای از رویکردها و عملکرد لازم برای به دست آوردن جواب بهتر و مؤثرتر برای مسأله است. برنامه مهندسی ارزش شامل سه فاز اصلی پیش‌مطالعه، مطالعه و پس‌مطالعه است که چکیده آن به شرح جدول زیر است.

چکیده برنامه کار مهندسی ارزش

فاز	هدف	سؤالات کلیدی
پیش مطالعه	آماده‌سازی جهت مطالعه	چه چیز مطالعه می‌شود؟ چه اطلاعاتی و چه افرادی برای مطالعه نیاز هستند؟ چه زمانی و در چه مکانی مطالعه انجام می‌شود؟ خطوط قرمز، محدودیت‌ها و هدف مطالعه چیست؟ چگونه گزینه برتر انتخاب می‌شود؟
مطالعه	اطلاعات تجزیه و تحلیل پروژه	پروژه چیست؟ مسأله چیست؟ هزینه‌ها چیستند؟ چه چیزهایی به انجام رسیده است؟ چه چیزهایی باید به انجام برسد؟
	تحلیل کارکرد و هزینه	بهای کارکرد اصلی و بهای کارکرد ثانویه چیست؟ نقاط پرهزینه و کم‌ارزش کجا هستند؟ می‌توان کارکردی را حذف کرد؟
	خلاقیت و ایده پردازی برگزیده‌ها	چه چیز دیگری این کارکرد را برآورده می‌کند؟ چه جای دیگری این کارکرد برآورده می‌شود؟ به چه روش دیگری این کارکرد برآورده می‌شود؟
	ارزیابی گزینه‌ها	چگونه ممکن است هر ایده عملی شود؟ هزینه آن چگونه است؟ آیا تمام ایده‌ها کارکرد اصلی را برآورده می‌کند؟
	توسعه گزینه‌ها	چگونه ایده‌های جدید کار می‌کنند؟ چگونه مضرات آن‌ها برطرف می‌شود؟ هزینه کل چقدر خواهد بود؟ چرا راه جدید بهتر است؟ آیا تمام معیارها را برآورده می‌کند؟
ارائه گزینه‌ها	چه کسی باید بخرد؟ چگونه ایده‌ها باید ارائه شود؟ مسأله چیست؟ منافع و صرفه جویی‌ها چیست؟ چه چیزی جهت اجرای پیشنهاد ضروری است؟	
پس مطالعه	اجرای گزینه‌ها	چه کسی مسئول اجرای گزینه است؟ چگونه قرارداد اصلاح می‌شود؟ منابع مورد نیاز در نظر گرفته شده‌اند؟
	مستندسازی نتایج	آیا روش جدید، کار کرد؟ چه اندازه هزینه و صرفه‌جویی داشت؟ آیا تغییرات، انتظارات را برآورده کرد؟

### تلفیق مهندسی ارزش و مدیریت ریسک

سازمان‌ها برای افزایش سودآوری ناگزیر از تقبل ریسک هستند. مدیریت و کنترل مناسب ریسک، سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا ضمن کسب سود از حوادث و زیان‌های ناشی از وقوع ریسک دوری کنند. مهندسی ارزش نیز با هدف کاهش هزینه‌های غیر ضرور، سازمان‌ها را در افزایش سودآوری یاری می‌کند. بنابراین با تلفیق این دو تکنیک می‌توان سازمان‌ها را در افزایش سود و بهینه کردن روند اجرای پروژه‌ها یاری رساند. مدیریت ریسک یک فرایند بهم پیوسته با سایر فرایندهای مدیریت پروژه که در سراسر چرخه حیات پروژه جریان دارد، است. مهندس ارزش بر خلاف مدیریت ریسک در زمان‌هایی از چرخه حیات پروژه به صورت مجزا از سایر فرایندهای مدیریت پروژه انجام می‌گیرد (انجمن مهندسی ارزش ایران، ۱۳۸۹).

### مهندسی ارزش و کاربردهای آن در طرح‌های دفاعی

رشد و پیشرفت هر فعالیتی به استفاده کارآمد از منابع موجود بستگی دارد. در زمان بحران، این واقعیت بیشتر خود را نشان می‌دهد که منابع در حال کاهش هستند. بنابراین برای کسب حداکثر منافع از صرف منابع محدودی که در اختیار داریم، بایستی از تنها منبع محدود نهایت استفاده را به عمل آوریم. به بیانی دیگر، قابلیت مهندسی در دفاع به منظور انجام پروژه‌ها، و فرایندهای مطلوب در چهارچوب محدودیت منابع، بایستی از هر وسیله ممکن برای محقق کردن کارکردهای لازم با حداقل هزینه و کمترین زمان استفاده کنیم. مهندسی ارزش یک فن نظام یافته در رویکرد ارزش است و در چهارچوب مدیریت پروژه، ضمن اینکه به تمام اجزای طرح توجه می‌کند، هیچ بخشی از کار را قطعی و مسلم نمی‌داند. هدف مهندسی ارزش، زمان کمتر برای رسیدن به مرحله بهره‌برداری بدون افزودن بر هزینه‌ها یا کاستن از کیفیت کار است.

روش حل مسأله مهندسی ارزش را می‌توان در فرایندهای مدیریتی، طراحی، صنعت ساخت، تولید، بهره‌برداری و نگهداری به کار گرفت. در مهندسی ارزش تحقق

کارکردهای تعریف شده با حداقل هزینه (یا هزینه دوره عمر) دنبال می‌شود، پیچیدگی شرایط، منابع محدود و زمان کوتاه از ویژگی‌های مهندسی رزمی در زمان بحران و موقعیت جنگی است. بنابراین از همین روست که استفاده از روش تحلیل ارزش و مهندسی ارزش در دفاع ضرورت بیشتری می‌یابد. در طی سال‌های اخیر، روش تحلیل ارزش قابلیت و امتیازهای خود را به اثبات رسانده است. این روش یک ابزار قوی است که کاربرد آن نتایج مثبتی را به همراه دارد.

مهندسی ارزش در پروژه‌های دفاعی با توجه به پیچیدگی کارها به ویژه در طرح‌های بزرگ زمان بحران می‌تواند به ابزار بی‌چون و چرای مدیریت در کنترل و به کارگیری حداقل منابع و کمترین زمان تبدیل شود. هدف این روش، از میان برداشتن یا اصلاح هر چیزی است که موجب تحمیل منابع غیر ضروری و طولانی شدن زمان می‌شود بدون اینکه آسیبی به کارکردهای اصلی و اساسی طرح وارد آید.

به طور کلی مهندسی ارزش به عنوان یک ابزار مدیریتی در مهندسی دفاعی باید بتواند منجر به نتایج زیر شود:

- پایین آوردن هزینه؛
- به حداقل رساندن پیچیدگی‌ها؛
- کاهش زمان؛
- انعطاف‌پذیری؛
- استفاده از اندیشه‌ها و خلاقیت‌ها؛
- تأمین کامل نیازها؛
- بهینه کردن فرآیندهای کاری؛
- ارتقا یا ثبات کیفیت.

در مهندسی دفاعی با نگاه مهندسی ارزش، می‌بایست با کم کردن هزینه‌ها یک تلاش

کلی در جهت افزایش ارزش محصول یا خدمت با توجه دقیق به کارکردهای آن باشد. برنامه کاری مهندسی ارزش این قابلیت را دارد که بتوان به طور سازمان‌یافته نیازها را ارزیابی و شناسایی کرد و در عین حال مشخص شود که چه کاری، در چه زمان و در چه موقعیت مکانی باید انجام شود تا این نیازها به نحو مطلوب بر آورده گردد. این امر مستلزم یک رویکرد گروهی برای حل مسأله، تعریف مسأله، تحلیل، جستجو برای راه‌حل‌های خلاق، ارزیابی ایده‌ها، مستندسازی، پیگیری، ارزیابی، گزارش دهی، ممیزی و غیره است (جلالی فراهانی و همکاران، ۱۳۹۲).

### نتیجه

همانطور که بیان شد مهندسی ارزش با هدف بالا بردن شاخص ارزش انجام می‌گیرد. علاوه بر افزایش کیفیت و کاهش هزینه، افزایش کارآیی با تغییر کارکردهای مؤثر و حذف کارکردهای زائد در ارتقای شاخص ارزش نقش مهم و به سزایی خواهد داشت. در پروژه‌های عمرانی با انتخاب کارکردهای پرهزینه، پرفرصت (پیچیده) و پرریسک و تحلیل آنها در جهت ارتقای شاخص ارزش اقدام می‌گردد یکی از موضوعات مهم در پروژه‌های دفاعی موضوع ریسک است که در مقایسه با پروژه‌های عادی نقش حائز اهمیتی را به خود اختصاص می‌دهد.

با توجه به معنی و مفهوم ریسک و اهمیت مدیریت ریسک در پروژه‌های دفاعی، اجرای اقدامات و ملاحظات پدافند غیر عامل در پروژه‌های دفاعی به منظور کاهش ریسک و به صفر رساندن و یا حداقل نمودن هزینه‌های ناشی از بروز تهدیدات است. به عبارت دیگر هدف از انجام اقدامات پدافند غیر عامل، افزایش سود ناشی از اختلاف هزینه انجام اقدامات به علاوه هزینه وقوع تهدید با هزینه‌های احتمالی بابت بالفعل شدن تهدید در صورت عدم انجام اقدامات است. از طرف دیگر هدف از مطالعه مهندسی ارزش نیز افزایش سود ناشی از کاهش هزینه یا افزایش کارکرد و کیفیت اجزای پروژه خواهد بود. بنابراین مهندسی ارزش و مدیریت ریسک دارای نقاط مشترکی هستند و بهره‌گیری از هر

دو آن‌ها (به خصوص مهندسی ارزش) در پروژه‌های دفاعی از اهمیت قابل توجهی برخوردار خواهد بود.

#### کتابنامه:

- ۱- انجمن مهندسی ارزش ایران، (۱۳۸۹)، فصلنامه مهندسی ارزش، چاپ کاسپین، شماره ۲، بهار و تابستان.
- ۲) جلالی فراهانی، غلامرضا؛ شمسایی زفرقندی، فتح ا...، (۱۳۹۲)، مدیریت مهندسی دفاعی، انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر.
- ۳- مهندسین مشاور کزیت کارآ، جزوه کار جامع دوره‌های مهندسی ارزش ماورا.
- ۴- ستاره، علی اکبر، زنگنه شهرکی، سعید حسینی، سیدعلی، (۱۳۹۰)، آمایش و مکانیابی از منظر پدافند غیر عامل، انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر.
- ۵- ستاره، علی اکبر، (۱۳۹۰)، مدیریت ریسک در پدافند غیر عامل، انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر.
- ۶- سوادکوهی فر، ساسان، (۱۳۸۶)، مبانی مدیریت پروژه‌های عمرانی، شهری و بحران، انتشارات دانشگاه امام حسین (ع).
- ۷- وزارت راه و ترابری، فصلنامه مهندسی ارزش، شماره ۴، بهار ۱۳۸۵.
- ۸- وزارت راه و ترابری، فصلنامه مهندسی ارزش، شماره ۵، تابستان ۱۳۸۵.