فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)
سال هشتم، شماره ۲، بهار ۱۳۹۷
صص: ۲۰۷-۱۹۵

بهینه‌سازی انرژی در طراحی نمای ساختمان با تأکید بر رویکرد مهندسی ارزش (مطالعه موردی: مجموعه تجاری- اقامتی امید مشهد)

وحیده باقری[۱]

مدرس دانشگاه، عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد ایلخچی، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلخچی، ایران

احد نژاد ابراهیمی

دکتری معماری، عضو هیئت‌علمی دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۹/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۶

چکیده

بیشترین میزان مصرف انرژی در بخش ساختمان متمرکز شده است با صرفه‌ترین مراحل از لحاظ هزینه برای کاهش مصرف انرژی در طی فرایند طراحی روی می‌دهد و منتهی به‌صرفه جویی عمده در چرخه عمر ساختمان‌ها می‌شود که تحلیل مصرف انرژی حین فاز طراحی می‌تواند منتهی به‌صرفه جویی عمده در چرخه عمر پروژه‌ها شود. در این پژوهش، کارگاه مهندسی ارزش متشکل از کارگروه تخصصی مدیریت پروژه، معماری و انرژی جهت تحلیل بهینه‌سازی انرژی در طراحی نمای ساختمان‌های شهری با تأکید بر رویکرد مهندسی ارزش تشکیل گردید و گزینه‌های پیشنهادی با بهره‌گیری از روش طوفان فکری داده‌ها مورد ارزیابی و محاسبه قرار گرفت. این پژوهش از منظر ماهیت، توصیفی- تحلیلی و از منظر هدف، کاربردی می‌باشد و با استفاده از دانش، تجربه و توانایی‌های گروه انتخابی، در جهت کاهش هزینه و انرژی در طراحی نما با نرم‌افزار انرژی پلاس پروژه انجام‌گرفته است یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد نتایج پیشنهاد تغییر ابعاد بازشوها باعث کاهش بار سرمایشی به میزان ۲۰ درصد نسبت به شرایط اولیه طراحی می‌گردد همچنین تحلیل پیشنهاد وجود سایبان در در حالت افقی موجب کاهش بار سرمایشی ۵۰ درصد نسبت به حالت بدون سایه‌بان می‌باشد همچنین انجام مطالعات مهندسی ارزش در پروژه‌های معماری بازگو کننده نتایج زیر است: ارتقا سطح دانش عوامل پروژه، آشکار شدن نواقص طرح اولیه، دستیابی به راه‌کارهای جدید، ترغیب و مشارکت کارها به‌صورت گروهی، ساده‌سازی طرح، شفاف‌سازی نیازها و اهداف طرح، هماهنگ‌سازی اقدامات متنوع و کاهش هزینه‌ها است. این پژوهش باهدف بیان نتایج حاصل ازمهندسی ارزش به‌صورت کاربردی در طراحی معماری و شهرسازی انجام‌گرفته است.

واژگان کلیدی: بهینه‌سازی انرژی، مهندسی ارزش، فاز طراحی، نمای ساختمان، نرم‌افزار انرژی پلاس

۱- نویسنده مسئول bagheri.vahideh@gmail.com

مقدمه

مهندسی ارزش به‌عنوان فرآیندی نظام‌مند برای تولید ایده‌ها و گزینه‌های طراحی و همچنین مقایسه این گزینه‌ها بر مبنای خرد جمعی و قضاوت گروهی، می‌تواند روشی مطمئن و به‌دوراز اعمال‌نظرهای شخصی برای حصول گزینه‌های طراحی ارزشمندتر باشد (ای. ماج، ۱۳۸۲: ۱۵). در دهه‌های اخیر کشورهای صنعتی و کشورهای درحال‌توسعه، ضرورت استفاده از مهندسی ارزش را به‌منظور صرفه‌جویی در هزینه‌ها، درک کرده و با جدیت به دنبال کاهش هزینه‌های غیرضروری هستند (جبل عاملی، ۱۳۸۳: ۴۷).

تجربه جهانی نشان می‌دهد که به ازای هر یک واحد هزینه برای مهندسی ارزش ۱۵ تا ۳۰ واحد صرفه‌جویی در پی دارد (ای. ماج،۱۳۸۲: ۳۵). در کشور علاوه بر فعالیت‌های پژوهشی که در دانشگاه‌ها و سایر مراکز آموزشی آغازشده است این دانش، دوره آغازین توسعه و گسترش را طی می‌کند (رکوعی، ۱۳۸۷: ۱۰). مهندسی ارزش در آمریکا به یک روش استاندارد برای بسیاری از سازمان‌های دولتی و شرکت‌های خصوصی مهندسی و پیمانکاران از ۱۹۵۰ م. تصویب‌شده است و به‌طور گسترده‌ای در صنعت ساخت‌وساز به‌کاربرده می‌شود و به یک‌بخشی جدایی‌ناپذیر در توسعه بسیاری از پروژه‌های زیربنایی شهری تبدیل‌شده است (Zhang et al, 2009:777). هدف مهندسی ارزش، افزایش کارایی برای رسیدن به مرحله بهره‌برداری بدون افزودن بر هزینه‌ها یا کاستن از کیفیت کار است (Pinedoa&Carreraa, 2015:747). هزینه‌های یک پروژه علاوه بر هزینه طراحی و اجرا شامل هزینه‌های مالکیت (بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری و هزینه‌های مصرف) در سراسر دوره عمر طرح را نیز شامل می‌شود (Dell Isola, 1973). از مهم‌ترین هزینه‌های دوره بهره‌برداری یک ساختمان، هزینه مربوط به انرژی است و تحلیل انرژی حین فاز طراحی می‌تواند منتهی به‌صرفه جویی عمده در چرخه عمر پروژه‌های شود.

مهندسی ارزش به‌عنوان یکی از راهکارهای مناسب به‌منظور شناسایی فرصت‌های بهبود در طراحی و اجرای انواع پروژه‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد و در سال‌های اخیر تمرکز بر تصحیح روش‌های طراحی ساختمان معطوف شده است و مهندسی ارزش با پتانسیلی که دارد فرصتی را برای کاهش مصرف انرژی در یک پروژه تأسیساتی فراهم می‌کند، طبق داده‌های دپارتمان انرژی ایالات‌متحده، ساختمان‌ها ۴۰٪ کل انرژی مصرفی این کشور را شکل می‌دهند. حفاظت از انرژی در تأسیسات و ساختمان‌ها تأثیری شگرف در پایداری کلی جامعه مدرن خواهد داشت. مصرف انرژی موضوعی بین‌رشته‌ای است که متشکل از مهندس معمار، مکانیک و برق می‌باشد، مطالعه مهندسی ارزش فرصتی استثنائی برای تجمیع چندین رشته با همدیگر جهت جستجوی ابزار بهینه برای کاهش مصرف انرژی تلقی می‌شود و در چند سال گذشته پیرامون روش انجام پروژه‌های مختلف در ایران مطرح‌شده است. پژوهش حاضر رویکرد بهینه‌سازی انرژی (مدل‌سازی رایانه‌ای) را با تمرکز روی مهندسی ارزش مورد پیمایش قرار داده است که ورود این بحث در حوزه معماری تقریباً در ایران، نوپا و جدید است. بدین منظور کارگروهی متشکل از تخصص‌های معماری و مدیریت پروژه و عمران شکل گرفت. لازم به ذکر است هدف پژوهش این نیست کل هزینه محاسبه شود بلکه تلاش می‌گردد تأثیر تغییرات پیشنهادی در طراحی به‌صورت کمی و کیفی ارزیابی شود.

اهداف

≠ بهینه‌سازی انرژی و هزینه در طراحی نمای ساختمان‌های شهری با رویکرد مهندسی ارزش

≠ ارائه نمونه‌ای از راهکارهای پیشنهادی جهت به‌کارگیری خدمات مهندسی ارزش در ساختمان

≠ تأثیر کارگاه مهندسی ارزش بر روی کیفیت طرح نمای ساختمان‌های شهری چگونه است؟

≠ تأثیر مهندسی ارزش در بهینه‌سازی هزینه و انرژی در پروژه‌های معماری چگونه است؟

روش اصلی این تحقیق، توصیفی- پیمایشی است که در قسمت مطالعات نظری جهت گردآوری داده‌ها از مطالعات کتابخانه‌ای بهره گرفته شد و پیمایش‌های میدانی با استفاده از داده‌های اقلیمی ایستگاه هواشناسی سینوپتیک شهر مشهد و تمرکز روی مطالعه موردی (مجتمع بزرگ تجاری اداری امید یک) به دلیل تنوع کاربری‌های آن صورت گرفته است و پس از جمع‌آوری داده‌های اقلیمی و با استفاده از نرم‌افزار انرژی پلاس ۷ به شبیه‌سازی انرژی و بررسی رفتار حرارتی بخش‌های مختلف ساختمان پرداخته شد. گزینه‌های پیشنهادی ارائه‌شده با استفاده از ابزار مصاحبه و طوفان فکری در فاز طراحی، مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفتند و درنهایت راه‌حل‌های بهینه برای بهبود طرح ارائه گردید.

پیشینه

علم طراحی اقلیمی به مجموعه‌ای از اصول نظری و روش‌های کاربردی گفته می‌شود که چارچوب دانش خود را در جهت ایجاد فضای زیستی مناسب بر محوریت توسعه پایدار با پیوستگی ارتباط بین مفاهیم دانش اقلیم‌شناسی، معماری، طراحی شهری و شهرسازی به دست می‌آورد (سلمانیان، ۱۳۹۰: ۷). سابقه پژوهش در زمینه معماری همساز با اقلیم بدین‌صورت است که به‌عنوان اولین کار تحقیقاتی می‌توان از تقسیم‌بندی اقلیمی دکتر گنجی (۱۹۹۵) بر اساس فرمول‌های پیشنهادی کوپن ۱ و نیز پژوهش جمشید ریاضی (۱۳۵۶) بر اساس روش اولگی ۲ اشاره کرد. مرتضی کسمایی با استفاده از جدول زیست‌اقلیمی ۳ ساختمانی، پیشنهاد گیونی ۴ را به‌کاربرده و در کتاب اقلیم و معماری، اصول طراحی ساختمان را در ارتباط با اقلیم بررسی کرده است. رازجویان (۱۳۸۸) معماری همساز با اقلیم را در ایران به‌طور دقیق بررسی کرده است (رازجویان، ۱۳۸۸). سام و چنگ ۵ (۱۹۹۷) در هنگ‌کنگ بررسی‌های مهمی برای استفاده از عناصر اقلیمی در طراحی معماری و انرژی ساختمان انجام دادند و استفاده از شرایط اقلیم محلی را برای بهبود طراحی‌های اقلیمی و شبیه‌سازی انرژی ساختمان توصیه کردند. کفا ۶ (۲۰۰۴) به‌منظور تهیه اطلاعات کلی و مناسب برای استفاده بهینه از انرژی غیرفعال خورشیدی در برنامه‌ریزی‌های شهری و طراحی ساختمان، با استفاده از جدول ماهانی، دوره ۲۵ ساله عناصر اقلیمی را برای شهر نیکوزیا در قبرس مورد تحلیل قرار داد و استراتژی‌های پیش طراحی را محاسبه و ارائه کرده است. ازاین‌رو در سال‌های اخیر نگاه بیشتر مهندسین و محققان بر تصحیح روش‌های طراحی ساختمان معطوف شده است و مهندسی ارزش فرصتی را برای کاهش مصرف انرژی در یک پروژه تأسیساتی فراهم می‌کند.

مفاهیم و مبانی نظری پژوهش

- مهندسی ارزش و مراحل آن

در این روند متخصصان در قالبی نظام‌مند، به‌صورت تیمی با یک دید خلاق و در محدوده زمانی کوتاه، ابعاد مختلف پروژه را بررسی می‌کنند که روند آن به ترتیب زیر است (شکل ۱).

مرحله گردآوری اطلاعات: در فاز مطالعه، تیم باید در خصوص ویژگی‌ها و پتانسیل‌های پروژه، هدف‌های تعیین‌شده، دستاوردهای قابل پیش‌بینی و مفاهیمی که بهبود آن خواسته‌شده است اطلاعات لازم را کسب کند. این مفاهیم شامل ارزش، هزینه، عملکرد و پارامترهای لحاظ شده در طرح مطالعاتی می‌باشد (کریمی، ۱۳۹۲: ۶۵).

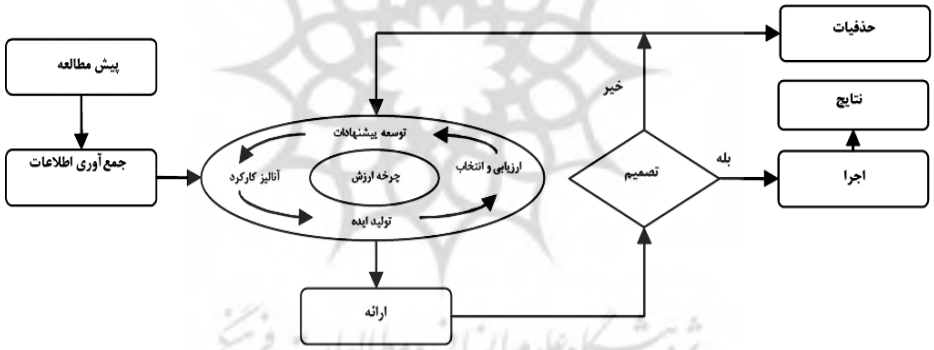
≠ **مرحله تحلیل کارکرد:** تعریف و تحلیل کارکرد، قلب متدولوژی ارزش است هدف این مرحله، تعیین سودمندترین اقلام و محدوده‌ها برای ادامه مطالعات است (Tong Chen et al, 2010:515).

≠ **مرحله خلاقیت**: هدف، تولید و ارائه شمار زیادی از گزینه‌ها برای محقق کردن کارکردهای انتخاب‌شده است.

≠ **مرحله ارزیابی پیشنهادها**: ترکیب ایده‌ها و مفاهیم ارائه‌شده و انتخاب کارکردهای امکان‌پذیر، برای توسعه می‌باشد (Rachwan et al,2016:435). ایده‌های مشابه دسته‌بندی‌شده و با توجه به الویت و اهمیت معیارهای ارزیابی رتبه‌بندی می‌شوند.

≠ **مرحله توسعه پیشنهادها**: هدف مرحله توسعه، انتخاب و ترکیب بهترین راه‌حل‌های فاز ارزیابی و طرح بهترین گزینه برای بهبود ارزش است (Rachwan et al, 2016:435).

≠ **مرحله ارائه گزارش نتایج**: هدف این مرحله، جلب نظر و توافق طراح، کارفرما و سایر عوامل پروژه، برای اجرای پیشنهادات است.

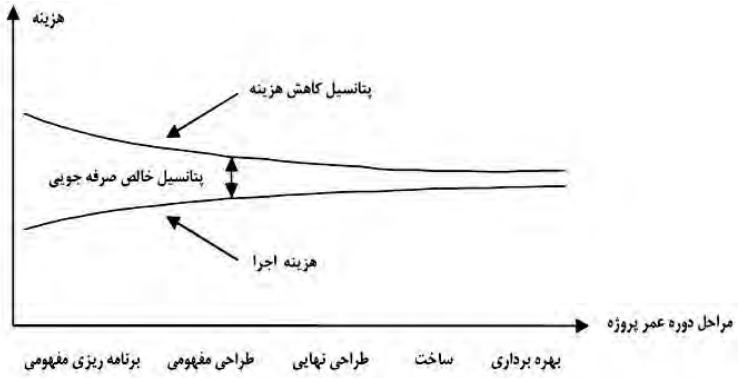


شکل ۱- برنامه کاری مهندسی ارزش به‌صورت الگوریتم

منبع: کریمی، ۱۳۹۲: ۶۳

- اهمیت و اجزاء مرحله طراحی در پروژه‌های ساختمانی

کیفیت طراحی ساختمان تأثیر بسزایی در افزایش ارزش ساختمان دارد بدین دلیل کارفرمایان سعی در افزایش ارزش ساختمان از طریق بهبود طراحی دارند (گلدوست و همکاران،۱۳۸۸: ۲). هر پروژه ساختمانی دارای چهار مرحله امکان‌سنجی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری می‌باشد (Best & DE Valence,1999.p 39). مرحله طراحی، دارای پتانسیل خوبی برای مطالعات ارزش می‌باشد؛ زیرا این مرحله در حدود یک درصد از کل هزینه‌های دوره عمر یک پروژه ساختمانی را مصرف می‌نماید ولی تا هفتاد درصد از هزینه‌های دوره عمر ساختمان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و هرچه از بخش طراحی به‌طرف ساخت جلوتر می‌رویم هزینه اعمال تغییرات افزایش‌یافته و پتانسیل کاهش هزینه کمتر می‌شود و متناظراً پتانسیل خالص صرفه‌جویی به‌طور مداوم کاهش (O'Brien, ,1976. P 41- 44) (شکل ۲).



شکل ۲- پتانسیل خالص صرفه‌جویی در مراحل دوره عمر یک پروژه ساختمانی منبع: جمالی هرسینی، ۱۳۸۴

دقیق‌ترین روش برای تخمین هزینهٔ انرژی استفاده از مشابه‌سازی انرژی است. یکی از قدرتمندترین نرم‌افزارهای شبیه‌سازی انرژی، نرم‌افزار انرژی پلاس ۷ می‌باشد. این نرم‌افزار یک شبیه‌ساز جامع انرژی از ساختمان را در اختیار معماران و محققان به‌منظور بهینه کردن طراحی برای استفاده کمتر از انرژی و آب قرار می‌دهد. این نرم‌افزار به‌صورت حوزه‌بندی شده، قابلیت بررسی رفتار حرارتی بخش‌های مختلف ساختمان را دارد (EnergyPlus Engineering Reference, 2010).

مطالعه موردی

- معرفی اجمالی پروژه

پروژه تجاری اقامتی «امید یک» با طراحی مهندسین مشاور طرح و تکوین در سال ۱۳۸۷ عملیات اجرایی آن آغاز گردید. ساختگاه پروژه در شهر مشهد واقع در قطاع شماره ۲ طرح نوسازی اطراف حرم در حاشیه خیابان شیرازی است؛ و بر طبق اطلاعات ارائه‌شده مشخصات پروژه شامل جدول ۱ است.

جدول ۱- مشخصات پروژه اقامتی-تجاری امید ۱ شهر

سرمایه‌گذار پروژه:	مساحت خالص:	زیربنای مجاز ساخت‌وساز:	مساحت اقامتی:	مساحت تجاری:	مساحت پارکینگ (تجاری – اقامتی)
شرکت توسعه و عمران امید	۴۵۷۰ مترمربع	۴۳۷۱۲ مترمربع	۱۵۱۹۳ مترمربع در ۶ طبقه	۱۲۳۳۱ مترمربع در ۴ طبقه	۵۸۹۰ مترمربع در ۶ طبقه

منبع: یافته‌های پژوهش

نمای ساختمان مذکور ترکیبی از شیشه، بتن، سنگ و آجر است و دارای درهای ورودی شیشه‌ای و فلزی و درهای داخلی چوبی است. پنجره‌های آن فلزی و پوشش دیوارهای داخلی سنگ، سرامیک، گچ برگ با رنگ است. کف‌سازی آن با توجه به فضاها و کاربری‌های مختلف سنگ، موکت و چوب می‌باشد (شکل ۳).

شکل ۳- پرسپکتیو پروژه اقامتی-تجاری امید ۱ شهر مشهد، منبع: مشاورین طرح و تکوین

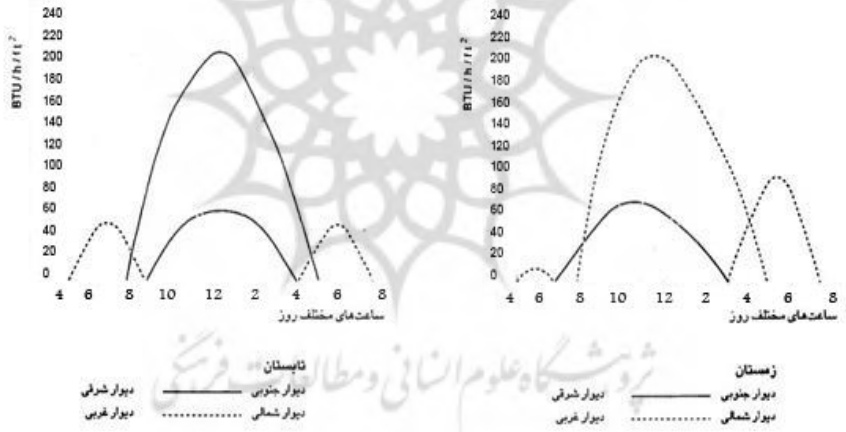
- مراحل کار مطالعات ارزش در پروژه

در این پژوهش پروژه «امید یک» به دلیل قرارگیری در اقلیم سرد و خشک و نیز به دلیل تنوع کاربری انتخاب گردید. تیمی متشکل از ۸ نفر با تخصص‌های معماری، مدیریت پروژه و عمران به‌منظور پیاده‌سازی مهندسی ارزش تشکیل شد و یک نفر به‌عنوان تسهیلگر در امر اداره جلسات تعیین شد و تیم تحلیل، مسئولیت پیروی از برنامه و به‌کارگیری تکنیک‌های مناسب در هر یک از مراحل زیر را بر عهده گرفت.

۱- مرحله گردآوری و تحلیل اطلاعات

در اولین مرحله به گردآوری اطلاعات پروژه مانند نقشه‌های معماری، اطلاعات اقلیمی (دما، تابش خورشید، جهت باد و ...) و توافق در محدوده مطالعاتی پروژه پرداخته می‌شود:

اقلیم شهرستان مشهد: شهر مشهد در طول جغرافیایی ´۱۵ و °۵۹ تا ´۳۶ °۶۰ و عرض جغرافیایی ´۴۳ °۳۵ تا ´۸ °۳۷ واقع است همچنین انرژی خورشید تابیده‌شده بر سطوح قائم در طول سال بر ضلع جنوبی و جنوب غربی و جنوب شرقی بیشترین درصد است. پس‌ازآن ضلع غربی و شرقی انرژی بالایی را دریافت می‌کنند و کمترین انرژی بر ضلع شمالی است (حسینی،۱۳۸۷: ۸-۴۵). در ماه‌های گرم ضلع غربی انرژی بالاتری را نسبت به ضلع جنوبی دریافت می‌کند که در شکل ۴ میزان انرژی تابش یافته در عرض جغرافیایی شهر مشهد نشان داده‌شده است.



شکل ۴- نمودار انرژی خورشیدی تابش یافته بر سطوح قائم در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه شمالی منبع: کسمایی، ۱۳۸۲

با بررسی‌های آماری می‌توان مشاهده کرد که فصل تابستان دارای ضریب تغییرات کمتری است و بعدازآن به ترتیب بهار، پاییز و زمستان در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در کل می‌توان رابطه معکوسی بین دما و ضریب تغییرات پیدا کرد (گزارش مرکز ملی اقلیم پژوهشی مشهد). از منظر بهینه‌سازی انرژی در معماری، در مناطق سرد و خشک هدف اصلی حفظ حرارت در داخل ساختمان است و عمده‌ترین عامل در این مورد مقاومت حرارتی دیوارهای جانبی و ابعاد بازشوهاست. مقدار انرژی خورشیدی که از شیشه پنجره‌ها به داخل ساختمان نفوذ می‌کند به نوع سایبان‌ها و تا حد کمی به جنس شیشه بستگی دارد و رابطه بین دمای هوا و سطوح داخلی و خارجی ساختمان به رنگ دیوارهای خارجی، نوع مصالح مورداستفاده، ابعاد پنجره و کیفیت سایبان‌ها بستگی دارد (کسمایی، ۱۳۸۲: ۱۱۰).

۲- مرحله تحلیل کارکرد (عملکرد)در راستای پژوهش پس از توافق در محدوده مطالعاتی پروژه به بیان اهداف و مشخصات پروژه، اهداف کارگاه، معیارهای مورد تأکید کارفرما و محدودیت‌های پروژه، توسط کارگروه پرداخته شد و با تجمیع نظر اعضای گروه ثبت گردید (جدول ۲).

جدول ۲- اهداف کلی، معیارها و محدودیت‌های مطالعات مهندسی ارزش در پروژه امید یک

اهداف کلی مطالعات مهندسی ارزش در پروژه موردنظر:			
۱. کاهش هزینه و بهبود کیفیت طرح			
۲. ایجاد جذابیت برای واحدهای تجاری با استفاده از مصالح نما			
۳. ایجاد نمای متناسب با اقلیم جهت صرفه‌جویی انرژی			
معیارهای مورد تأکید کارفرما	۱- افزایش مطلوبیت نمای تجاری ۲- صرفه‌جویی انرژی در طراحی نما برای دوره بهره‌برداری	محدودیت‌ها	۱- رعایت معماری اسلامی و سنتی ۳- رعایت ضوابط شهرسازی و معماری و آتش‌نشانی

منبع: یافته‌های پژوهش

۳- مرحله خلاقیت

در این فاز جهت ارائه پیشنهادها و برآوردن نیازهای بهره‌بردار به تولید ایده‌های پیشنهادی با بهره‌گیری از روش طوفان فکری داده‌ها پرداخته شد. پیشنهادهای مربوط به شرایط بهینه‌سازی انرژی حول ۳ آیتم **الف**: نوع مصالح مصرفی در نما (جدول ۳) **ب**: ابعاد بازشوها (جدول ۴) **ج**: وجود سایبان (جدول ۵)، بررسی شده و روش تائید و یا رد گزینه بر اساس خرد جمعی صورت گرفت.

جدول ۳- (الف) ایده‌های فاز خلاقیت در نوع مصالح مصرفی در نمای پروژه «امید یک»

شرح طرح اولیه	شرح ایده پیشنهادی:
نمای بالکن‌ها: در هر دو نمای شمالی و جنوبی در داخل بالکن‌ها از سنگ گرانیت استفاده‌شده است. با توجه به عمق بالکن‌ها و نمای بتنی پیش‌ساخته‌ای که اطراف بالکن‌ها را پوشانده است و همچنین ارتفاع این بالکن‌ها از سطح زمین، این سنگ‌ها اصلاً در معرض دید نیستند.	 نمای شمالی پروژه تجاری- اقامتی امید یک، مشهد حذف تقریباً ۹۰۰ مترمربع از سنگ گرانیت در بالکن و استفاده از سیمان، ضمن ایجاد هماهنگی بیشتر با بتن دور آن، سبب کاهش هزینه نیز می‌شود.
مصالح نمای قسمت‌های اقامتی: نمای قسمت‌های اقامتی متشکل از سنگ گرانیت، قطعات پیش‌ساخته بتنی و شیشه (به‌صورت اسپایدر) می‌باشد. این مصالح بدون تغییر در هر چهار نما بکار برده شده‌اند.	 نمای شرقی (راست)-نمای غربی (چپ) قسمت اقامتی پروژه امید یک با تجدیدنظر در طراحی قسمت اقامتی می‌توان از ترکیب آجر با سنگ تراورتن استفاده کرد همچنین پیشنهاد می‌شود در نمای جنوبی هتل‌آپارتمان به جهت رعایت ملاحظات اقلیمی از میزان شیشه کاسته شود. • استفاده از سایبان‌های تنظیم شونده در قسمت شیشه‌ای به‌منظور جلوگیری از ورود نور اضافی به داخل بنا.
مصالح نمای قسمت‌های تجاری: در این قسمت‌ها از آجر به‌عنوان مصالح غالب استفاده‌شده است. با توجه به‌ضرورت ایجاد جذابیت برای قسمت‌های تجاری استفاده از آجر به‌تنهایی چندان مناسب نبوده و ضرورت طراحی مجدد در این قسمت احساس می‌شود.	 نمای شرقی (راست)- غربی (چپ) قسمت تجاری پروژه امید یک، مشهد در نماسازی به علت تأثیری که بر روی جذابیت مجموعه دارد هدف اول افزایش جذابیت بوده و کاهش هزینه در مرتبه بعدی قرار می‌گیرد. در این بخش پیشنهاد می‌شود بیشتر از قطعات بتنی پیش‌ساخته با پرداخت‌های متنوع استفاده شود.
مزایا: کاهش هزینه در طبقات بالایی نما افزایش جذابیت در قسمت‌های تجاری- هماهنگی بیشتر نما	معایب: نیاز به نگهداری بیشتر نمای سیمانی

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۴- (ب) ایده‌های فاز خلاقیت در تغییر ابعاد بازشوهای نمای پروژه جهت بهینه‌سازی انرژی فضاهای اقامتی

شرح طرح اولیه:	شرح ایده پیشنهادی:
▪ به‌عنوان نمونه یکی از فضاهای اقامتی برای بررسی انتخاب‌شده است. ▪ این فضا در ابعاد ۸ در ۷ متر می‌باشد که ضلع کوچک‌تر به سمت بیرون و در جهت جنوب غربی می‌باشد. ▪ دو پنجره به ابعاد ۲,۴ در ۲,۰۵ متر در جداره بیرونی قرارگرفته است. ▪ بالکنی به عمق ۱,۲ متر در مقابل جداره بیرونی طراحی‌شده است. ▪ با توجه به همسایگی فضای انتخاب‌شده با دیگر فضاهای مجموعه به‌جز جداره جنوبی بقیه جداره‌ها به‌صورت بی‌دررو در نظر گرفته‌شده است. ▪ آنالیز در دو ماه جولای و دسامبر به‌عنوان ماه گرم و سرد انجام‌شده است. ▪ دمای آسایش تعیین‌شده برای ماه جولای ۲۴ درجه سانتی‌گراد و برای ماه سپتامبر ۲۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.	▪ به‌منظور بهینه‌سازی بار حرارتی، آنالیز برای ابعاد مختلف پنجره انجام‌شده و نتایج با یکدیگر مقایسه شده است. این تغییرات شامل ارتفاع و عرض پنجره‌ها می‌باشد. با توجه به وجود دست‌انداز بالکن مقابل پنجره‌ها کاهش ارتفاع پنجره از قسمت پایین باعث کاهش دید به بیرون نمی‌شود همچنین میزان کاهش انتخاب‌شده در عرض پنجره‌ها کم بوده تا میزان روشنایی فضای داخلی تأمین شود. ▪ ابعاد مختلف پنجره در آنالیز به‌صورت زیر می‌باشد: ▪ دو پنجره به عرض ۲,۴ و ارتفاع ۲,۰۵ متر بافاصله ۲۰ سانتیمتر از کف (شرایط اولیه طراحی) ▪ دو پنجره به عرض ۲,۴ و ارتفاع ۱,۵۵ متر و بافاصله ۷۰ سانتیمتر از کف ▪ دو پنجره به عرض ۱,۹ و ارتفاع ۲,۰۵ متر و بافاصله ۲۰ سانتیمتر از کف ▪ دو پنجره به عرض ۱,۹ و ارتفاع ۱,۵۵ متر و بافاصله ۷۰ سانتیمتر از کف

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۵- (ج) ایده‌های استفاده از سایبان در حالت‌های مختلف جهت بهینه‌سازی انرژی فضای مرکزی پروژه

شرح طرح اولیه:	شرح طرح پیشنهادی:
▪ فضای مرکزی به شکل مثلث و به ارتفاع ۲۵,۷ متر می‌باشد. ▪ ضلع کوچک‌تر به سمت شمال غربی جداره کاملاً شفاف می‌باشد. ▪ بقیه جداره‌ها در همسایگی با فضاهای اقامتی می‌باشد و به‌صورت بی‌دررو در نظر گرفته‌شده است. ▪ جداره شفاف و سقف در ارتباط با فضای بیرون می‌باشد. ▪ آنالیز در دو ماه جولای و دسامبر به‌عنوان ماه گرم و سرد انجام‌شده است. ▪ دمای آسایش تعیین‌شده برای ماه جولای ۲۴ درجه سانتی‌گراد و برای ماه سپتامبر ۲۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.	▪ به‌منظور بهینه‌سازی بار حرارتی، آنالیز برای حالت‌هایی که جداره شفاف شامل سایه‌بان‌های عمودی و افقی از بیرون می‌باشد تکرار شده و نتایج با شرایط اولیه مقایسه شده است. ▪ با توجه به شکل زیر عمق سایه‌بان‌ها برابر بافاصله بین دو سایه‌بان می‌باشد.

منبع: یافته‌های پژوهش

۴- مرحله ارزیابی پیشنهادات

در این فاز، پیشنهادات ارائه شده مورد ارزیابی و تحلیل قرار می‌گیرد لازم به ذکر است هدف پژوهش محاسبه کل مصرف انرژی نیست بلکه تلاش می‌گردد تأثیر تغییرات پیشنهادی در طراحی مصرف انرژی ارزیابی شود. در مطالعه مهندسی ارزش صرفه‌جویی هزینه برابر با اختلاف هزینه بین طراحی پیشنهادی و طراحی اصلی است؛ که پیشنهادها عمدتاً صورت گرفته و در ادامه تشریح می‌گردد.

الف) ارزیابی طرح پیشنهادی مصالح مصرفی در نما

≠ در نمای غربی هتل‌آپارتمان از شیشه‌های اسپایدر به مقدار زیاد استفاده‌شده است که این مسئله در تابستان می‌تواند حجم زیادی از بار حرارتی را به ساختمان تحمیل کند که در طراحی این قسمت باید تجدیدنظر شود.

≠ در قسمت تجاری به دلیل مجاورت با خیابان استفاده از قطعات پیش‌ساخته بتنی با پرداخت‌های متنوع و ترکیب آن با آجرکاری به‌منظور افزایش جذابیت حائز اهمیت است و این محصولات هماهنگی بیشتری با کلیت نما ایجاد خواهند کرد و از ترکیبات شیشه و فلز با تنوع رنگی در قسمت‌هایی مخصوصاً اطراف ورودی‌ها می‌توان استفاده کرد. در قسمت‌های اقامتی نیز استفاده از قطعات بتنی و یا ترکیب انواع سنگ جهت ایجاد تنوع و جذابیت بصری توصیه می‌شود. هزینه‌های طرح پیشنهادی و طرح اولیه محاسبه و در جدول (۶) ذکر شده است.

جدول ۶- خلاصه محاسبات پیشنهاد اجرای نمای شمالی پروژه: منبع: نگارندگان

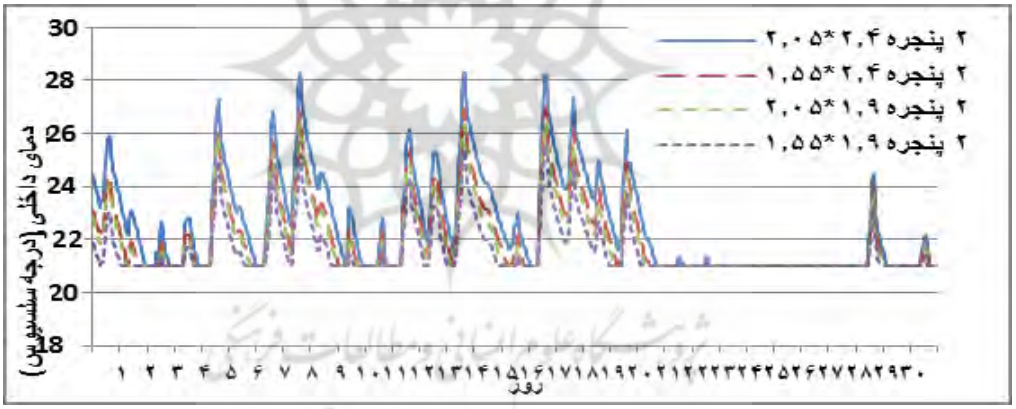
ردیف	اجزاء طرح	واحد	تعداد	هزینه واحد/ ریال	هزینه کل/ ریال
۱	نمای بالکن‌ها با سنگ تراورتن مشکی نطنز	مترمربع	۹۰۰	۵۰۳۵۰۰	۴۵۳۱۵۰۰۰۰
جمع					
هزینه‌های طرح پیشنهادی (وضع مطلوب):					
ردیف	اجزاء طرح	واحد	تعداد	هزینه واحد	هزینه کل
۱	نمای بالکن با نماسازی چکشی با ملات سیمان و پودر سنگ	مترمربع	۹۰۰	۷۰۹۸۰	۶۳۸۸۲۰۰۰
جمع					
مقدار صرفه‌جویی: (جمع هزینه‌های طرح اولیه – جمع هزینه‌های طرح پیشنهادی) =۳۸۹۲۶۸۰۰۰					

منبع: یافته‌های پژوهش

ب) ارزیابی و تحلیل نتایج پیشنهاد تغییر ابعاد بازشوها:

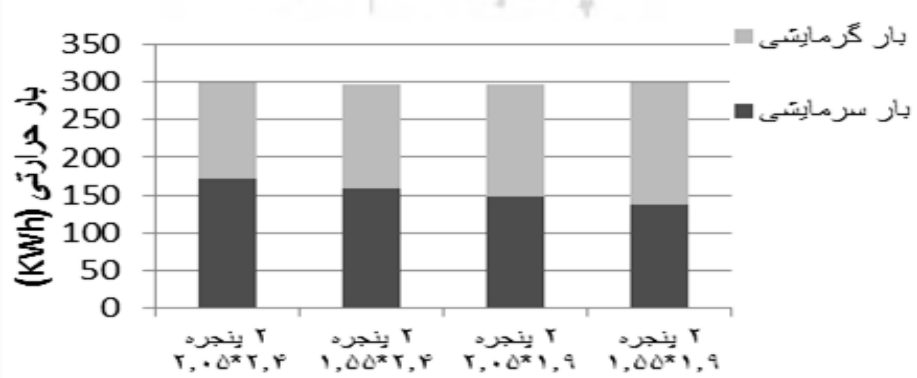
≠با توجه به نمودار (۱) دمای داخلی برای ماه سرد در حالت اولیه طراحی در ساعاتی از روز گرمایش اضافی دما تا ۲۸ درجه توسط تابش ورودی به فضای داخلی صورت می‌گیرد که به‌منظور جلوگیری از این اتفاق بهتر است از پنجره‌های کوچک‌تر استفاده شود.

≠کوچک شدن اندازه پنجره باعث افزایش بار حرارتی در فصول سرد می‌شود اما با توجه به بهبود شرایط آسایش مناسب می‌باشد.



نمودار ۱- دمای داخلی در چهار اندازه مختلف پنجره برای ماه دسامبر با استفاده از Energy Plus-

منبع: نگارندگان



نمودار ۲- میزان بار گرمایشی و سرمایشی برای چهار اندازه پنجره در ماه‌های دسامبر و جولای با استفاده از Energy Plus-

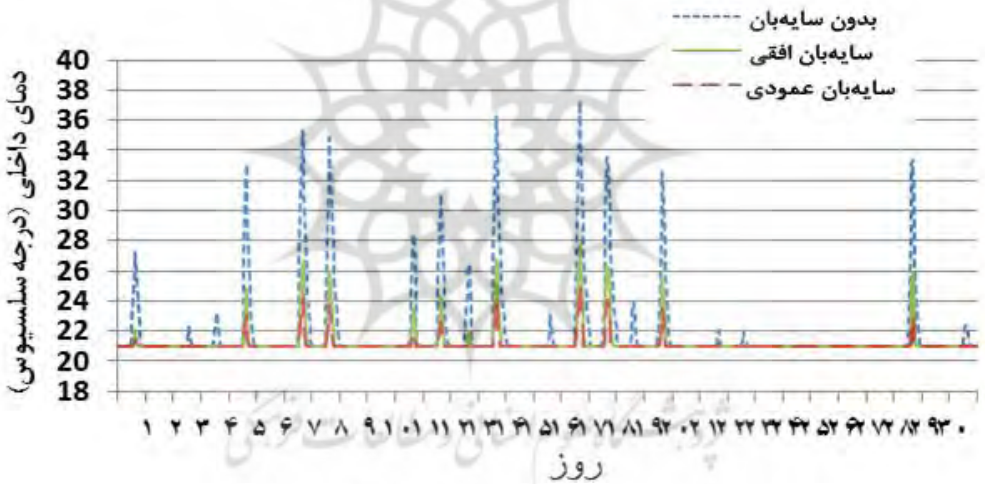
منبع: نگارندگان

≠با توجه به نمودار (۲) بار سرمایشی برای ماه جولای، تغییرات اندازه پنجره در حالات دوم، سوم و چهارم به ترتیب باعث کاهش بار سرمایشی به میزان ۸، ۱۴ و ۲۰ درصد نسبت به شرایط اولیه طراحی‌شده است.

≠با توجه به نمودار (۲) مجموع بار گرمایشی و سرمایشی در هر چهار حالت برابر می‌باشد اما با توجه به هزینه‌بر بودن سرمایش فضا نسبت به گرمایش آن، حالت چهارم که به میزان ۲۰ درصد بار سرمایشی کمتری دارد مناسب‌ترین حالت می‌باشد. همچنین در حالت چهارم شرایط آسایش مطلوب‌تری در فصول سرد نسبت به بقیه حالات وجود دارد.

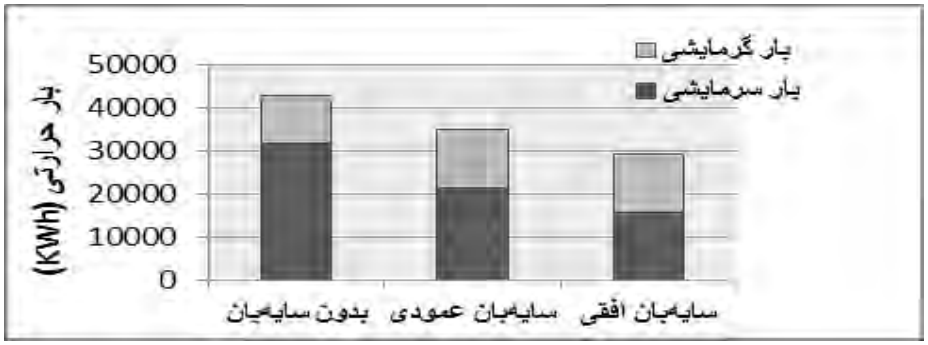
ج) ارزیابی و تحلیل نتایج پیشنهاد وجود سایبان: با توجه به اینکه جداره شفاف شامل سطح بزرگی می‌باشد و جهت آن به سمت غرب است در حالت بدون سایه‌بان، تابش خورشیدی واردشده به فضا در ماه‌های سرد باعث افزایش دمای داخلی تا ۳۷ درجه می‌شود که بسیار نامطلوب می‌باشد. همچنین در ماه‌های گرم سال تابش خورشیدی واردشده به فضا باعث افزایش بار سرمایشی می‌شود.

≠با توجه به نمودار (۳) دو حالت سایه‌بان عمودی و افقی شرایط آسایش مطلوبی در فضای داخلی در فصول سرد ایجاد می‌کنند و از گرمایش اضافی فضای داخلی جلوگیری می‌کند.



نمودار ۳- دمای داخلی برای سه حالت بدون سایه‌بان، سایه‌بان افقی و عمودی در ماه دسامبر با استفاده از Energy Plus

منبع: یافته‌های پژوهش



نمودار ۴- میزان بار حرارتی در سه حالت بدون سایه‌بان و سایه‌بان افقی و عمودی در ماه‌های جولای و دسامبر با استفاده از Energy Plus

منبع: یافته‌های پژوهش

- در حالت سایه‌بان افقی میزان کاهش بار سرمایشی نسبت به حالت بدون سایه‌بان ۵۰ درصد می‌باشد این میزان در حالت سایه‌بان عمودی ۳۲ درصد است (نمودار ۴).

- در حالت سایه‌بان افقی بار گرمایشی به میزان ۱۵ درصد افزایش‌یافته که به دلیل کاهش دمای داخلی و جلوگیری از گرمایش اضافی می‌باشد. این رقم برای سایه‌بان عمودی ۱۸ درصد می‌باشد.

- با توجه به کاهش ۵۰ درصدی بار سرمایشی در حالت سایه‌بان افقی در ماه‌های گرم و همچنین ایجاد آسایش حرارتی در ماه‌های سرد سال، این حالت مناسب‌ترین گزینه می‌باشد.

۵- مرحله توسعه پیشنهادات و ارائه گزارش

این مرحله با ترکیب بهترین راه‌حل‌های فاز ارزیابی و ارائه گزارش نتایج مطالعات، سعی بر جلب نظر و توافق طراح، کارفرما و سایر عوامل، برای اجرای پیشنهادات است و گزارشی از تحلیل بار گرمایشی و سرمایشی در ابعاد مختلف پنجره و هزینه‌ها جهت جلب نظر کارفرما ارائه می‌شود تا با مقایسه حالات، تصمیم لازم اتخاذ گردد.

نتیجه‌گیری

این مقاله به ارزیابی قابلیت مهندسی ارزش در بهینه‌سازی مصرف انرژی پرداخته است و با به‌کارگیری تکنیک‌های تحلیل کارکرد، شرایط اقلیمی و نمای معماری حین فاز طراحی به‌صرفه جویی عمده در چرخه عمر پروژه‌های ساختمانی می‌انجامد و راهکارهای اقلیمی زیر را ارائه می‌دهد:

- مهم‌ترین عامل مناطق سرد و خشک حداکثر دمای روزانه هوا و دامنه نوسان آن است. بر این اساس مواردی چون هدایت انرژی خورشیدی در مواقع سرد، محافظت ساختمان در برابر نفوذ آفتاب به درون ساختمان در فصل گرم و کاهش تأثیر بادهای سرد در اتلاف حرارت ساختمان و ... باید موردتوجه قرار گیرد بدین منظور جهت‌دهی مناسب ساختمان با توجه به عامل باد و آفتاب و تعیین عمق مناسب سایبان است. بدین منظور نتیجه جهت‌گیری شرقی و غربی ساختمان با چرخش ۱۵ درجه به سمت جنوب شرقی، ساخت بناهای چندطبقه با طراحی نمایی صاف و یکپارچه، استفاده از مصالح با مقاومت حرارتی بالا بتن‌های سبک، استفاده از سایبان‌های افقی در پنجره‌های جنوب و جنوب غربی پیشنهاد می‌گردد.
- مقدار پرتو خورشید جذب‌شده در دیوار عامل مهمی است که به جهت قرارگیری و رنگ سطح خارجی دیوار بستگی دارد و به‌اندازه پنجره‌ها و کیفیت سایبان نیز بستگی دارد: ۱-اگر پنجره‌ها کوچک و سایبان آن‌ها مؤثر باشد، حرارت کسب‌شده ساختمان معمولاً نتیجه انتقال حرارت از دیوارهای آن است در این شرایط مصالح از قبیل بتن سبک باضخامتی مناسب به‌منظور تأمین مصالح است. ۲-اگر مساحت پنجره‌ها نسبتاً زیاد باشد یا سایبان‌ها به‌طور مناسب پنجره‌ها را در برابر تابش آفتاب محافظت نکند بیشترین حرارت وارد شده از سمت پنجره‌ها خواهد بود.
- در این اقلیم قسمت عمده‌ای از حرارت کسب‌شده ساختمان ناشی از عملکرد پنجره‌هاست و چون مصالح ساختمانی سبک بیشتر از مصالح سنگین در اثر حرارت نفوذ یافته به داخل گرم می‌شود، در این حالت ظرفیت حرارتی نسبت به مقاومت حرارتی اهمیت بیشتری دارد، در چنین شرایطی، آجر، بتن، متراکم یا خشت باضخامتی حدود ۲۰ تا ۴۰ سانتیمتر مفید است.

▪ تأثیر نوع و شکل پنجره: پنجره‌ها دوجداره استاندارد با قاب آلومینیومی و رنگ شیشه‌ها در قسمت خارجی تیره و در قسمت داخلی شفاف در نظر گرفته شود که باعث نفوذ کمتر موج تابشی خورشید در تابستان شود.

▪ توصیه می‌شود به‌منظور کاهش بیشتر تابش نور خورشید از جداره‌های نور گذر به داخل ساختمان در ضلع جنوبی از سایبان آلومینیومی استفاده شود.

▪ در اضلاع غربی و شرقی نیز با فرورفتگی جداره‌های نور گذر نسبت به جداره‌های غیر نور گذر باعث جلوگیری از تابش نور و کاهش بار برودتی در فصل تابستان خواهد بود.

پی‌نوشت‌ها

1 - The Köppen climate classification
2 - Oglyay
3 - Bioclomatic
4 - Givoni
5 - sam.C.M, Chung, K.P.
6 – Kefa.R.
7 - Energy Plus

منابع

ای یر، اس. اس. (۱۳۸۰) "روش به‌کارگیری مهندسی ارزش"، محمد سعید جبل عاملی و میرمحمد صادقی، انتشارات فرات، چاپ اول، تهران.

سلمانیان، ف. (۱۳۹۰) "طراحی و شبیه‌سازی فضاهای فعالیتی (محدوده دولتخواه در منطقه ۱۹ تهران)"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، گروه اقلیم شناسی، تهران.

ای. ماج، آرتور. (۱۳۸۲) "مهندسی ارزش، رویکردی نظامند"، ترجمه: احد نظری، انتشارات فرات به سفارش معاونت مهندسی وزارت نفت، چاپ اول، تهران.

جبل عاملی، سعید (۱۳۸۳) "جایگاه مهندسی ارزش در مدیریت پروژه"، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، چاپ اول، تهران.

جمالی هرسینی، ناصر (۱۳۸۴) "ارائه روشی برای ارزیابی گزینه‌های مختلف در طراحی ساختمان با رویکرد مهندسی ارزش"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، گروه مدیریت پروژه و ساخت، تهران.

حسینی، س .ع (۱۳۸۷) "بررسی گسترش افقی شهر مشهد در چند دهه اخیر و تأثیر آن بر منابع آب‌وخاک"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، گروه جغرافیا، صص ۴۵-۴۸.

رکوعی، سعید (۱۳۸۷) "واکاوی تجارب مهندسی ارزش در ایران"، نظری، احد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، گروه مدیریت پروژه و ساخت، تهران.

ریاضی، جمشید (۱۳۵۶) " اقلیم و آسایش در ساختمان"، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، چاپ اول، تهران.

کریمی، محمود (۱۳۹۲) "بهبود بی‌تردید: آموزش کاربردی مهندسی ارزش"، انتشارات رسا، چاپ هشتم، تهران.

کسمایی، مرتضی (۱۳۸۲) " اقلیم و معماری"، انتشارت خاک، چاپ اول، ویراست دوم، تهران.

گلدوست جویباری، یاسر؛ نظری، احد و جمالی هرسینی، ناصر (۱۳۸۸) "کاربرد مهندسی ارزش در ارزیابی گزینه‌های طراحی پروژه‌های ساختمانی"، اولین کنفرانس مهندسی و مدیریت ساخت، تهران، ایران.

Dell'Isola , Alphonse J. (1973).Value engineering in the construction industry, New York: Construction Pub. Co; 1st edition.

Kefa, R. (2004). Development of energy – efficient passive solar building design in Nicosia Cyprus, Turkey: Department of physics; Eastern Mediterranean University, Gazimagusa, North Cyprus, Via Mersinlo.

LBNL, (2010). EnergyPlus Engineering Reference.

O'Brien, James Jerome. (1976). Value analysis in design and construction, New York: McGraw-Hill book company.

Pinedo, M & Carrera, E. (2015). Increasing Value in Engineering Learning: Design and Evaluation of a Peruvian Project, Procedia - Social and Behavioral Sciences 182 PP:746 – 755.

Rachwan.R, Abotaleb.I & Elgazouli, M. (2016). The Influence of Value Engineering and Sustainability considerations on the Project Value, Procedia Environmental Sciences 34, PP:431-438.

Rick Best & Gerard DE Valence, (1999), Building in value, Arnold publishers.pp. 37-61.

Sam.C.M & Chung, K.P. (1997). Climatic data for building energy design in Hong Kong and mainland China, London: In proc; of the CIBSE National Conference.

Tong Chen. W, Chang b. P& Huang. Y. (2010). Assessing the overall performance of value engineering workshops for construction projects, International Journal of Project Management 28,pp: 514–527.

Zhang a. X, Mao b. X & M. AbouRizk. S. (2009). Developing a knowledge management system for improved value engineering practices in the construction industry, Journal: Automation in Construction 18, pp: 777–789.

سایت مرکز ملی اقلیم‌شناسی پژوهشکده اقلیم‌شناسی، تاریخ بازدید ۱۳۹۴/۶/۱۱، http://www.cri.ac.ir/

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی