دبیرخانه مدیریت پروژه و ساخت
Project Management & Construction Secretariat
۱۳۸۹ - 2010

دبیرخانه مدیریت پروژه و ساخت دانشگاه فردوسی مشهد

CERTIFICATE

گواهی تأیید مقاله

سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان خراسان رضوی

9208PMCS0307

پژوهشگران گرامی: **هاشم شریعتمدار، شهاب ضیائی، شهاب وفادار مقدم**

ضمن تشکر از اهتمام جنابعالی در امر نگارش مقالات علمی، بدینوسیله گواهی می گردد مقاله ارسال شده توسط شما با عنوان

مهندسی ارزش و شیوه بکار گیری آن در پروژه های ساختمانی انبوه

جهت حضور در بخش داوری مقالات

اولین کنفرانس ملی مدیریت پروژه های ساخت

بصورت **ارائه شفاهی** پذیرفته شده است.

دبیرعلمی اولین کنفرانس ملی مدیریت پروژه های ساخت — دکتر منصور قلعه نوی

دبیر اولین کنفرانس ملی مدیریت پروژه های ساخت — دکتر احمد شوشتری

جهت اطمینان از صحت صدور گواهینامه ، چهار رقم آخر کد گواهینامه(ذیل هولوگرام) را به شماره ۳۰۰۰۷۶۵۰۰۰۱۸۳۷ ارسال نمایید

(کد مقاله: ۱۷۹)

مهندسی ارزش و شیوه بکارگیری آن در پروژه‌های ساختمانی انبوه– مطالعه موردی یک مجتمع مسکونی ۶۲۸ واحدی

هاشم شریعتمدار[۱]، شهاب ضیائی[۲]، شهاب وفادار مقدم[۳]

[۱] دانشیار دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد، گروه مهندسی عمران
رایانامه: shariatmadar@um.ac.ir

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت، گروه مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد پردیس بین‌الملل
رایانامه: shahab_ziyaee@yahoo.com

[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات کرمان
رایانامه: shahab.vafadar@gmail.com

چکیده

چندی نیست که از مطرح شدن مهندسی ارزش به عنوان یک ابزار توان‌مند در رویارویی با چالش‌ها، کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت و کارکرد محصولات رسته‌های گوناگون صنعت از جمله صنعت ساخت و ساز می‌گذرد اما در همین زمان کوتاه، صرفه‌جویی‌های کلانی را برای کشورهای بهره‌گیرنده از این دانش دربر داشته و موجب جلوگیری از تحمیل مبالغ هنگفتی از هزینه‌های اضافی به پروژه‌های آن‌ها شده است. از این‌رو در این مقاله بحث فشرده‌ای پیرامون مهندسی ارزش و اهمیت آن در مدیریت پروژه مطرح می‌گردد و ضمن ایجاد نگرشی نو به جایگاه آن در پروژه‌های فنی و عمرانی با رویکردی نوآورانه، پیشنهاداتی را جهت بکارگیری مهندسی ارزش برای این پروژه‌ها ارائه می‌دهد که منجر به تسریع در روند اجرا و کاهش هزینه‌های آن می‌شود. در این راستا مقاله پیش‌رو پروژه ساخت یک مجتمع مسکونی ٦٢٨ واحدی را مورد مطالعه موردی قرار داده است و نشان می‌دهد که بکارگیری هم‌زمان دو روش بهره‌گیری از بتن خودتراکم (SCC) به جای بتن معمولی و استفاده از بتن کفی به جای پوکه در کف‌سازی طبقات می‌تواند زمان اجرای این پروژه را به میزان ٢٦٪ (معادل ١١ ماه) و هزینه‌های آن را نزدیک به ٢٧٪ (معادل ٧٥،٢٧٠ میلیون ریال) کاهش دهد.

کلمات کلیدی:

ارزش، هزینه، کیفیت، کارکرد، عملکرد، مطالعه موردی

۱- مقدمه

تحولات پرشتاب فناوری در سال‌های پس از جنگ جهانی دوم، گسترش دانش مدیریت را در پی داشت. در این سال‌ها افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری، بروز تغییرات ناگهانی در قیمت کالاها و خدمات، گوناگونی نیاز مصرف‌کنندگان و افزایش رقابت، موجب پرداختن جدی به بکارگیری روش‌های علمی برای دست‌یابی به سود بیش‌تر و افزایش کارایی و اثربخشی گردید. از این‌رو دانش ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها هم در گام تولید و هم در گام بهره‌برداری مورد توجه جدی قرار گرفت. یعنی با نگرش به فشردگی رقابت در دنیای کسب‌وکار باید با هزینه کم‌تر و کیفیت بیش‌تر برای ارایه خدمات و تولید محصولات دست بکار شد. این اندیشه، پیدایش مهندسی ارزش را با انگیزه دست‌یابی مصرف‌کنندگان به نیازها و خواسته‌هایشان با کم‌ترین هزینه و بدون کاهش کیفیت و کارکردهای مورد نظر در پی داشت.

بر پایه همین نگرش، ایده‌های نخستین در سال ۱۹۴۷ با نام تحلیل ارزش، توسط لارنس مایلز[۱] در شرکت جنرال الکتریک در میان گذاشته شد. در آن زمان هدف، بررسی راه‌های جایگزین برای تولید محصولات با کیفیت بالاتر و در عین حال بکارگیری مواد و منابع کم‌تر بود. پس از آن، مهندسی ارزش با کامیابی در نیروی دریایی ارتش آمریکا بکار گرفته شد. تحول بزرگ سال‌های دهه ۱۹۶۰ میلادی برپایی انجمن مهندسی ارزش آمریکا با نام نوآورانه SAVE[۲] بود.

هم‌زمان با گسترش کاربرد مهندسی ارزش در صنایع نظامی، دامنه کاربرد این پدیده به صنعت نیز کشیده شد و شرکت‌های مشاور در زمینه مهندسی ارزش شکل گرفتند. در دهه‌های پسین، انجمن‌های مهندسی ارزش در کشورهای ژاپن، کانادا، کشورهای اروپایی و نیز در برخی کشورهای عربی حاشیه خلیج فارس مانند کویت، بحرین و عربستان سعودی شکل گرفتند. ورود این پدیده به حوزه پروژه‌های عمرانی صرفه‌جویی‌های کلان و چشمگیری را در پی داشت تا جایی که بکارگیری روش‌شناسی ارزش[۳] در این پروژه‌ها در بسیاری از کشورها الزامی شد[۱]. برای نمونه مهندسی ارزش در دایره عمران آمریکا در بین سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۰ میلادی بیش از ۳۵ میلیارد دلار صرفه‌جویی در پی داشته و از ۵۵ میلیارد دلار هزینه اضافی نیز جلوگیری نموده است (مقداری نزدیک به درآمد نفتی ایران در همین مدت). همین‌طور در حالی که ۸۵ درصد درآمد عربستان سعودی به عنوان ثروتمندترین کشور عربی از فروش نفت حاصل می‌شود، بیش از بیست سال است که مهندسی ارزش را در دستور کار خود قرار داده است[۷].

۲- سیر تحولات مهندسی ارزش در ایران

پیشینه مطرح شدن مهندسی ارزش در ایران بسیار اندک است و به سال‌های پایانی دهه ۱۳۷۰ خورشیدی باز می‌گردد. در آن زمان، مدیران ارشد سازمان‌های کارفرمای دولتی کشور با توجه به توان‌مندی‌های مهندسی ارزش و مشکلات طرح‌های عمرانی، کاربرد گسترده این روش را برای بهبود طرح‌ها سودمند دانستند و در نخستین گام، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با تدوین برنامه سوم توسعه موجب انتشار گسترده نام مهندسی ارزش شد. در ماده ۶۱ این برنامه از مهندسی ارزش به عنوان روشی برای ساده‌سازی و ارزان‌سازی یاد شده و دستگاه‌های اجرایی را موظف به بهره‌گیری از آن نموده است. این ماده قانونی زمینه‌ساز بسیاری از فعالیت‌های این سازمان و دیگر دستگاه‌های اجرایی شد که از آن جمله می‌توان به برگزاری چندین همایش و انتشار شماری جزوه و مقاله اشاره نمود.

---

[۱] Lawrence D. Miles

[۲] Society of American Value Engineering

[۳] Value Methodology

مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده مهندسی، جنب گروه عمران، دبیرخانه مدیریت پروژه و ساخت تلفن : ۸۷۹۰۹۹۹ (۰۵۱۱)
فکس: ۸۹۷۸۶۵۰۵-۰۲۱ پایگاه اینترنتی : www.pmcs.ir پست الکترونیک : um.pmcs@yahoo&gmail.com

برجسته‌ترین تحول در فرآیند ورود این روش را می‌توان تدوین شیوه‌نامه واگذاری کار و پیمان بستن با واحدهای خدمات مهندسی ارزش توسط معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور دانست که در سال ۱۳۷۹ ابلاغ[۴] شد. در این بخش‌نامه به دستگاه‌های اجرایی اجازه داده شده است تا در طرح‌ها و پروژه‌هایی که همه یا بخشی از هزینه اجرای آن‌ها از محل اعتبارات عمرانی تامین می‌گردد، با توجه به مفاد و شرح خدمات نوشته شده در بخش‌نامه، از خدمات مهندسی ارزش بهره بگیرند. این مساله در قوانین بودجه سالانه نیز مورد تاکید قرار گرفت. پس از آن برخی استادان دانشگاه‌ها و شرکت‌های مشاوره‌ای وارد میدان شدند و شمار اندکی کتاب در این باره منتشر کردند. از سوی دیگر، چند پروژه نیز مورد مطالعه مهندسی ارزش قرار گرفت. با این همه کمبود قوانین و ناشناخته بودن ابعاد مطالعات مهندسی ارزش و مقاومت‌های مرسوم در برابر روش‌های تازه موجب کندی روند بهره‌گیری از مهندسی ارزش شد[۱].

شایان توجه است که در سال ۱۳۸۶ بهره‌گیری از مهندسی ارزش برای پروژه‌های بالای ۱۰۰ میلیارد ریال کشور در قانون بودجه الزامی شده است.

۳- مهندسی ارزش و مفاهیم مرتبط با آن

مفهوم واژه "ارزش" در مهندسی ارزش بسیار برجسته و پایه‌ای و نیازمند شناخت مفاهیمی است که با مفهوم ارزش مرتبط یا با آن همسان می‌باشند. "بها[۵]"، "کیفیت[۶]"، "کارکرد[۷]" و "هزینه[۸]" از جمله مهم‌ترین این مفاهیم هستند. پس از آشنایی با این مفاهیم می‌توان مفهوم ارزش را بهتر درک کرد.

کیفیت: نیازها، انتظارات و مطلوبیت‌های مشتری، کاربر یا کارفرماست.

کارکرد: منظور از کارکرد، وظیفه مشخصی است که از یک بخش ویژه از محصول یا کل محصول یا پروژه انتظار می‌رود.

هزینه: همه مبالغی که در دوره عمر یک محصول، پروژه یا خدمت باید پرداخته شود شامل هزینه‌های تملک، تولید، بهره‌برداری، نگهداری و دسترسی از آغاز طرح تا پایان دوره بهره‌برداری. قسمت عمده این هزینه‌ها پنهان بوده و توجه‌ای به آن‌ها نمی‌شود[۱].

بها: میزان مقبولیتی است که یک محصول، پروژه یا خدمت از دیدگاه مشتری داشته و کاملا نسبی است.

ارزش: مقایسه‌ای است بین میزان مقبولیت محصول، پروژه یا خدمت و مبلغی که به عنوان هزینه برای آن باید پرداخت.

هرچه میزان هزینه یک محصول به بهای آن نزدیک‌تر باشد، آن محصول ارزش بالاتری دارد و این بدان معناست که نیاز مشتری با کم‌ترین هزینه و بیش‌ترین قابلیت اطمینان برآورده می‌شود[۳].

شکاف ارزش: اختلاف بین هزینه و بها را شکاف ارزش می‌نامند.

هدف مطالعات مهندسی ارزش: شناسایی و گزینش نقاط دارای شکاف ارزش بالا (هزینه‌های فراتر از بها)

هدف مهندسی ارزش: حرکت به سمت شکاف ارزش نزدیک به صفر

---

[۴] نشریه ۳۲۹۱۸ معاونت فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی

[۵] Worth

[۶] Quality

[۷] Function

[۸] Cost

مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده مهندسی، جنب گروه عمران، دبیرخانه مدیریت پروژه و ساخت تلفن : ۸۷۹۰۹۹۹ (۰۵۱۱)
فکس: ۸۹۷۸۶۵۰۵-۰۲۱ پایگاه اینترنتی : www.pmcs.ir پست الکترونیک : um.pmcs@yahoo&gmail.com

باید توجه داشت در بیشتر تکنیک‌های مرسوم، هزینه و بها را به اجزای سیستم اختصاص می‌دهند اما در مهندسی ارزش این موارد را به کارکرد اجزای سیستم تخصیص می‌دهیم[۲].

مهندسی ارزش یک روش آزموده شده در مدیریت است که از یک رویکرد سامان‌مند[۹] و هماهنگ برای دست‌یابی به بهترین شرایط تعادل بین هزینه، کیفیت، قابلیت اطمینان و کارکرد یک محصول یا طرح بهره می‌گیرد. در این رویکرد توانایی مدیریت طرح در شناسایی و سپس زدودن هزینه‌های غیرضروری از طریق ارایه راهکارهای عملی افزایش می‌یابد[۱].

٤- مطالعه موردی یک مجتمع مسکونی ۶۲۸ واحدی

در ادامه این مقاله یک مجتمع مسکونی ۶۲۸ واحدی با مشخصات کلی مندرج در جدول زیر مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۱- مشخصات کلی طرح

عنوان پروژه	مجتمع مسکونی ۶۲۸ واحدی اندیشه مشهد
کارفرما	شرکت تعاونی مسکن مهر جهاد کشاورزی
تاریخ شروع	دی ماه ۱۳۸۸
مدت پیمان	۴۲ ماه
مشاور طرح و نظارت عالیه	شرکت مهندسان مشاور و شهرساز فضازیست
پیمانکار مرحله اول (پی، اسکلت فلزی، بتن سقف)	شرکت سنگ‌آوران توس
مبلغ قرارداد پیمانکار اول	۷۰ میلیارد ریال
پیمانکار مرحله دوم (تاسیسات، 3D پانل، نازک‌کاری، نما)	شرکت پرند کویر شرق
مبلغ قرارداد پیمانکار دوم	۲۱۰ میلیارد ریال
مساحت کل زمین پروژه	۳۲،۰۰۰ مترمربع
زیربنای کل	۶۳،۸۱۱ مترمربع
تعداد واحدها در هر طبقه	۴ واحد ۲ خوابه
مساحت تقریبی هر واحد	۷۵ مترمربع

بکارگیری مهندسی ارزش:

۲ تکنیک برای بکارگیری مهندسی ارزش در این پروژه انبوه‌سازی پیشنهاد شده و میزان تاثیر هر یک هم از نظر کیفی (بهبود کیفیت و کارکرد فرآیندها) و هم از نظر کمی (کاهش زمان اجرا و هزینه‌های پروژه) به طور دقیق محاسبه شده است. لازم به توضیح است که همه قیمت‌های درج شده در جداول پیش رو در تاریخ ۱۷ اسفند ماه ۱۳۹۱ و از تولیدکنندگان متعددی استعلام شده و میانگین این مقادیر مبنای محاسبات قرار گرفته‌اند.

۱- بهره‌گیری از بتن خودتراکم (SCC[۱۰]) به‌جای بتن معمولی

۱-۱ معرفی:

[۹] Systematic

[۱۰] Self Compacting Concrete

مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده مهندسی، جنب گروه عمران، دبیرخانه مدیریت پروژه و ساخت تلفن : ۸۷۹۰۹۹۹ (۰۵۱۱)
فکس: ۸۹۷۸۶۵۰۵-۰۲۱ پایگاه اینترنتی : www.pmcs.ir پست الکترونیک : um.pmcs@yahoo&gmail.com

بتن خودتراکم مخلوطی با روانی فوق‌العاده است که قابلیت انعطاف‌پذیری بسیار بالایی دارد و بدون پدید آمدن جداشدگی دانه‌ها و پیامدهایی از این دست می‌تواند محصولی یکنواخت و کاملا متراکم با سطحی کاملا صاف به وجود آورد[۵].

۱-۲ ارزیابی کیفی:

۱-۲-۱ تراکم ۱۰۰ درصدی:

بتن خودتراکم به علت داشتن روانی بسیار زیاد بدون نیاز به تراکم یا ویبراسیون خارجی به آسانی در هر قالبی و با هر تراکمی از آرماتور جای گرفته و با پر کردن همه قالب، بتنی با تراکم نزدیک به ۱۰۰ درصد ایجاد می‌کند.

۱-۲-۲ کاهش دمای هیدراتاسیون:

با توجه به ساختار شیمیایی بتن خودتراکم دمای هیدراتاسیون کاهش می‌یابد که این امر در بتن‌ریزی‌های حجیم بسیار اهمیت دارد.

۱-۲-۳ افزایش ایمنی:

حذف عامل انسانی تراکم و عامل انسانی تسطیح سطح نهایی بتن، ایمنی را در محیط کارگاه افزایش می‌دهد.

۱-۲-٤ اجرای آسان‌تر و مطمئن‌تر:

با بهره‌گیری از بتن خودتراکم، در حقیقت تنها دو گام اجرا وجود دارد: ریختن بتن و عمل‌آوری آن. دیگر گام‌هایی که در بتن‌ریزی‌های عادی انجام می‌گیرد مانند تراکم، تسطیح، رفع نواقص و لب‌پریدگی‌های موجود و ... از بین می‌رود. با این کار اجرای بتن آسان‌تر و مطمئن‌تر می‌گردد.

۱-۲-۵ توجه بیش‌تر به مسائل زیست‌محیطی:

با توجه به بی‌سروصدا بودن عملیات بتن‌ریزی (به دلیل حذف عملیات تراکم) و امکان بهره‌گیری از پسماندهای صنعتی به عنوان مصالح بتن توجه بیشتری به مسائل زیست‌محیطی صورت می‌گیرد.

۱-۲-٦ انعطاف‌پذیری بیش‌تر:

با توجه به روانی بسیار زیاد بتن خودتراکم می‌توان از قالب‌های متنوع‌تری برای بتن‌ریزی بهره گرفت و المان‌های معماری گسترده‌تری را با توجه به اصول زیبایی‌شناختی بکار برد.

۱-۳ ارزیابی کمی:

۱-۳-۱ کاهش زمان و پیشرفت سریع‌تر کار:

به دلیل افزایش ارتفاع بتن‌ریزی از حدود ۱/۵ متر برای بتن عادی به حدود ۵ متر برای بتن خودتراکم، تعداد سیکل‌های بتن‌ریزی در فرآیند ساخت کاهش می‌یابد.

۱-۳-۲ کاهش هزینه‌های انسانی:

از قبیل تعداد پرسنل نظارت، مهندسین، عوامل تراکم، تسطیح و پمپاژ بتن و عوامل لوله‌گذاری

۱-۳-۳ کاهش هزینه تولید بتن:

در این نوع بتن می‌توان ۴۰ تا ۵۰ درصد از سیمان را با مصالحی مانند خاکستر بادی (Fly Ash) جایگزین کرد که با توجه به تعرفه پایین‌تر این ماده نسبت به سیمان، هزینه بتن تا اندازه چشمگیری کاهش می‌یابد.

۱-۳-٤ کاهش هزینه ماشین‌آلات:

در صورتی که فاصله دستگاه بتن‌ساز (Batching Plant) تا محل بتن‌ریزی زیاد نباشد می‌توان مستقیما عملیات پمپاژ را از خود دستگاه بتن‌ساز انجام داد و دیگر نیازی به ماشین‌آلات حمل بتن نیست[۴].

مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده مهندسی، جنب گروه عمران، دبیرخانه مدیریت پروژه و ساخت تلفن : ۸۷۹۰۹۹۹ (۰۵۱۱)
فکس: ۸۹۷۸۶۵۰۵-۰۲۱ پایگاه اینترنتی : www.pmcs.ir پست الکترونیک : um.pmcs@yahoo&gmail.com

جدول ۲- داده‌های در نظر گرفته شده در برآورد میزان تولید هر دو نوع بتن	
نرخ تولید	۳۵ مترمکعب در ساعت
تعداد بارگیری در روز	۶ مرتبه
تعداد روزهای کاری در هفته	۶ روز
حجم هر بارگیری	۶ مترمکعب

جدول ۳- برآورد و مقایسه هزینه ساخت هر دو نوع بتن							
بتن عادی با عیار سیمان ۳۰۰kg/m^3 و جرم حجمی ۲۴۰۰ kg/m^3				بتن SCC			
مصالح لازم	اندازه مورد نیاز	قیمت واحد	قیمت کل	مصالح لازم	اندازه مورد نیاز	قیمت واحد	قیمت کل
ماسه	۱،۱۰۰ kg	۱۰۰ ریال	۱۹۰،۰۰۰ ریال	سنگدانه	۷۰۹ kg	۱۰۰ ریال	۷۰،۹۰۰ ریال
بادامی	۶۵۰ kg			ریزدانه	۹۱۸ kg	۱۰۰ ریال	۹۱،۸۰۰ ریال
نخودی	۱۵۰ kg			فوق روان‌کننده (PCE)	۱۰/۱۰ kg	۶۹۷۵۰ ریال	۷۰۴،۴۷۵ ریال
سیمان	۳۰۰ kg	۷۰۰ ریال	۲۱۰،۰۰۰ ریال	پودر سنگ آهک	۸۳ kg	۱۰۰ ریال	۸،۳۰۰ ریال
				سیمان	۴۴۳ kg	۷۰۰ ریال	۳۱۰،۱۰۰ ریال
آب	۲۵۰ kg – ۲۰۰ برای اختلاط و ۴۰۰ kg – ۳۰۰ برای دیگر مصارف	۳۳ ریال	۲۰،۰۰۰ ریال	پودر میکروسیلیس	۷۱ kg	۱۰۳۵۰ ریال	۷۳۴،۸۵۰ ریال
				آب	۱۶۵ kg	۳۳ ریال	۵،۴۴۵ ریال
حمل بتن			۱۲،۰۰۰ $Rial/m^3$	حمل بتن			۱۲،۰۰۰ $Rial/m^3$
سایر عوامل			۴۰،۰۰۰ ریال				
قیمت تمام شده			۴۷۲،۰۰۰ $Rial/m^3$	قیمت تمام شده			۱،۹۳۷،۸۷۰ $Rial/m^3$
قیمت فروش			۴۷۶،۰۰۰ $Rial/m^3$	قیمت فروش			۲،۰۰۰،۰۰۰ $Rial/m^3$

مشاهده می‌کنیم که قیمت تمام شده تولید هر متر مکعب بتن خودتراکم بیش‌تر از بتن عادی است. متاسفانه همین امر بسیاری از پیمانکاران و کارفرمایان را به قضاوتی عجولانه و نادرست سوق می‌دهد و آن این که دیگر استفاده از این نوع بتن را مقرون به صرفه و اقتصادی نمی‌دانند و تمایلی به بکارگیری آن ندارند. در حالی که در ادامه این برآورد اقتصادی نتیجه متفاوتی حاصل می‌شود.

مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده مهندسی، جنب گروه عمران، دبیرخانه مدیریت پروژه و ساخت تلفن : ۸۷۹۰۹۹۹ (۰۵۱۱)
فکس: ۸۹۷۸۶۵۰۵-۰۲۱ پایگاه اینترنتی : www.pmcs.ir پست الکترونیک : um.pmcs@yahoo&gmail.com

جدول ۴- برآورد حجم عملیات بتن‌ریزی	
مساحت بتن‌ریزی کل پروژه	۶۶،۵۴۰ مترمربع
حجم کل بتن مورد نیاز	۱۱،۵۵۰ مترمکعب

جدول ۵- برآورد هزینه نیروی انسانی						
متغیرهای موثر / نوع بتن	بتن عادی			بتن SCC		
نوع نیرو	ویبراتور	پرداخت‌کار	تسطیح‌کننده	ویبراتور	پرداخت‌کار	تسطیح‌کننده
سطحی که هر نیرو می‌تواند روی آن عمل کند (در یک روز کاری ۸ ساعته)	۳۰۰ مترمربع			۳۰۰ مترمربع		
تعداد نیروی لازم برای اجرای بتن‌ریزی (در یک روز کاری ۸ ساعته)	۲۲۲ نفر			۵۶ نفر (به غیر از ویبراتور)		
دستمزد روزانه هر نیرو	۵۰۰،۰۰۰ ریال			۵۰۰،۰۰۰ ریال		
هزینه هر نیرو برای بتن‌ریزی	۱۱۱،۰۰۰،۰۰۰ ریال			۲۸،۰۰۰،۰۰۰ ریال (به غیر از ویبراتور)		
مجموع هزینه‌ها	۳۳۳،۰۰۰،۰۰۰ ریال			۵۶،۰۰۰،۰۰۰ ریال		

جدول ۶- برآورد هزینه و سود نهایی		
نوع هزینه / نوع بتن	بتن عادی	بتن SCC
قیمت فروش	۴۷۶،۰۰۰ $Rial/m^3$	۲،۰۰۰،۰۰۰ $Rial/m^3$
هزینه پمپ	۸۵،۰۰۰ $Rial/m^3$	۸۵،۰۰۰ $Rial/m^3$
ریختن، پرداخت، تراکم و تسطیح	۳۳۳،۰۰۰،۰۰۰ ریال	۵۶،۰۰۰،۰۰۰ ریال
مجموع هزینه‌ها	۳۳۳،۵۶۱،۰۰۰ ریال	۵۸،۰۸۵،۰۰۰ ریال
هزینه صرفه‌جویی شده	**۲۷۵،۴۷۶،۰۰۰ ریال**	

مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده مهندسی، جنب گروه عمران، دبیرخانه مدیریت پروژه و ساخت تلفن : ۸۷۹۰۹۹۹ (۰۵۱۱)
فکس: ۸۹۷۸۶۵۰۵-۰۲۱ پایگاه اینترنتی : www.pmcs.ir پست الکترونیک : um.pmcs@yahoo&gmail.com

جدول ۷- برآورد زمان						
نوع بتن	زمان اجرا (تخلیه و پخش) به ازای هر مترمکعب	زمان تسطیح به ازای هر مترمربع	حجم کل بتن‌ریزی	زمان لازم برای فرآیند بتن‌ریزی کل پروژه	زمان صرفه‌جویی شده به ازای هر مترمکعب	**کل زمان صرفه‌جویی شده**
بتن عادی	۴ دقیقه	۶ دقیقه (که ۴ دقیقه آن با عملیات تخلیه و پخش هم‌زمان است)	m^3 ۱۱،۵۵۰	۱۱۵۵ ساعت (معادل ۱۴۵ روز کاری ۸ ساعته)	۳ دقیقه	**۵۷۷/۵ ساعت (معادل ۷۳ روز کاری ۸ ساعته)**
بتن SCC	۱/۵ دقیقه	۳ دقیقه (که ۱/۵ دقیقه آن با عملیات تخلیه و پخش هم‌زمان است)	m^3 ۱۱،۵۵۰	۵۷۷/۵ ساعت (معادل ۷۳ روز کاری ۸ ساعته)		

مشاهده می‌کنیم که بهره‌گیری از بتن خودتراکم هم از نظر کیفی و هم از نظر کمی نهایتا به صرفه‌تر از بتن عادی خواهد بود.

۲- بهره‌گیری از بتن کفی (فوم‌بتن[۱۱]) به‌جای پوکه در کف‌سازی طبقات

۲-۱ معرفی:

بتن کفی نوعی بتن سبک اسفنجی[۱۲] است که با افزودن یک ماده کف‌زا (معمولا برخی شکل‌های پروتئین هیدرولیز شده یا صابون صمغی) به مخلوط ساخته می‌شود. ماده کف‌زا هنگام اختلاط با سرعت زیادی حباب‌های هوا را تولید و تثبیت می‌کند. در برخی روش‌ها کف را که از پیش تهیه و پایدار شده است در ضمن اختلاط در یک مخلوط‌کن معمولی به ملات می‌افزایند. این ماده به خاطر برخی ویژگی‌های فیزیکی بی‌مانند خود که در ادامه از آن‌ها نام برده شده است برای مصارف گوناگون در ساختمان بکار می‌رود.

۲-۲ ارزیابی کیفی:

۲-۲-۱ مقاومت بسیار زیاد در برابر آتش:

مقاومت فوم‌بتن در برابر آتش بسیار زیاد است. برای نمونه قطعه‌ای ساخته شده از فوم‌بتن با جرم حجمی ۷۰۰ تا ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و با ضخامت حداقل ۸ سانتی‌متر به سادگی تا ۱۲۷۰ درجه سانتی‌گراد دما را تاب می‌آورد و اصولا در وزن‌های پایین غیرقابل احتراق است.

۲-۲-۲ ضدیخ‌زدگی و ضدفرسایش:

[۱۱] Foamed Concrete
[۱۲] Aerated Concrete

مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده مهندسی، جنب گروه عمران، دبیرخانه مدیریت پروژه و ساخت تلفن : ۸۷۹۰۹۹۹ (۰۵۱۱)
فکس: ۸۹۷۸۶۵۰۵-۰۲۱ پایگاه اینترنتی : www.pmcs.ir پست الکترونیک : um.pmcs@yahoo&gmail.com

اگرچه در فوم‌بتن درصد جذب آب بالاست ولی سرعت نفوذ آب در آن تا زمانی که حفره‌ها با مکش آب پر نشوند، پایین می‌باشد. از طرفی این ماده در لایه‌های سطحی خود دارای تخلخل فراوانی است و شکاف‌های مویین و درزهای کمتری در سطح آن پدیدار می‌شود؛ از این‌رو مقاومت نسبی خوبی در برابر یخبندان و فرسایش ناشی از آن دارد.

۲-۲-۳ عایق بودن در برابر گرما، سرما و صدا:

فوم‌بتن به دلیل داشتن وزن مخصوص کم، یک عایق کارآمد در برابر گرما، سرما و صداست. ضریب انتقال حرارتی فوم‌بتن بین ۰/۰۶۵ تا ۰/۴۳۵می‌باشد (در حالی که ضریب هدایت حرارتی بتن معمولی بین ۱/۳ تا ۱/۷ است). به همین خاطر بهره‌گیری از این ماده به عنوان عایق باعث کاهش نیاز به بکارگیری وسایل گرمازا و سرمازا و در نتیجه صرفه‌جویی در هزینه‌های ناشی از آن می‌گردد. افزون بر این فوم‌بتن به دلیل داشتن ضریب جذب آکوستیک بالا عایق مناسبی در برابر صدا به شمار می‌رود؛ به همین دلیل به تازگی به عنوان یک عامل رفاهی در جهت جلوگیری از ورود صداهای اضافی مورد توجه طراحان قرار گرفته است.

۲-۲-٤ بهترین عایق برای تاسیسات:

به علت وجود حباب‌های ریز، این محصول می‌تواند عایق لوله‌هایی که از کف رد شده‌اند باشد و نیازی به ماهیچه‌کشی و کروم‌بندی لوله‌ها ندارد و آن‌ها را ایزوله می‌کند.

توجه به این نکته ضروری است که آرماتورهای محافظت نشده در بتن اسفنجی، حتی هنگامی که حملات خارجی خیلی شدید نباشد در برابر خوردگی آسیب‌پذیر خواهند بود. بنابراین باید با فروبردن آرماتورها در یک محلول شیمیایی ضدخوردگی، آن‌ها را محافظت نمود.

۲-۲-٥ جلوگیری از شکستن لوله‌ها:

حمل پوکه و رفت و آمد کارگران در طبقات احتمال وارد آمدن خسارت به لوله‌کشی‌های کف ساختمان را به دنبال دارد. ولی در فوم‌بتن از آن‌جا که فوم با پمپ به طبقات فرستاده می‌شود نیازی به هیچ‌گونه رفت و آمد نمی‌باشد.

۲-۲-٦ در همه بتن‌های اسفنجی مانند فوم بتن امکان بریدن با اره، شیار زدن و همچنین بکار بردن میخ و پیچ وجود دارد.

۲-۲-۷ فناوری ساده ساخت:

فناوری ساخت و ابزارهای لازم برای تولید این نوع بتن بسیار ساده است و می‌توان آن را در محل کارگاه‌های ساختمانی تولید کرد[۸].

۲-۳- ارزیابی کمی:

وزن کم و سوددهی اقتصادی:

از دید اقتصادی وزن مخصوص کم فوم‌بتن در کنار مقاومت مناسب این ماده نسبت به نوع کاربردش در ساختمان، هزینه‌های ساخت را تا اندازه زیادی کاهش می‌دهد. از سوی دیگر این ویژگی سبب می‌شود تا وزن اسکلت ساختمان، سقف‌ها و پی به میزان چشمگیری کاهش یابد و هنگام پیش‌آمدن زمین‌لرزه، آسیب‌ها و خسارات کمتری متوجه ساختمان گردد.

در مورد کف‌سازی و شیب‌بندی‌های انجام گرفته در بیش‌تر ساختمان‌ها که در آن‌ها اغلب از پوکه و سیمان بهره گرفته می‌شود در صورت جایگزینی فوم‌بتن با چگالی ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب، وزن مرده کف‌سازی از ۱۳۰ به ۳۵ کیلوگرم-نیرو بر مترمربع کاهش می‌یابد و این یعنی کم شدن ۹۵ کیلوگرم- نیرو وزن از هر مترمربع ساختمان[۶].

مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده مهندسی، جنب گروه عمران، دبیرخانه مدیریت پروژه و ساخت تلفن : ۸۷۹۰۹۹۹ (۰۵۱۱)
فکس: ۸۹۷۸۶۵۰۵-۰۲۱ پایگاه اینترنتی : www.pmcs.ir پست الکترونیک : um.pmcs@yahoo&gmail.com

در این پروژه سقف طراحی شده برای طبقات از نوع کامپوزیت بوده و جزئیات آن به شرح زیر می‌باشد:

جدول ۸- جزئیات سقف کامپوزیت با پوکه و سیمان	
قسمت	وزن واحد سطح kgf/m^2
سقف کاذب	۴۰
تیرها (۱۶ *IPE* با فاصله محور تا محور ۹۰ *cm*)	۱۷/۵۶
دال بتنی به ضخامت ۱۰ *cm*	۲۵۰
پوکه و سیمان به ضخامت ۱۰ *cm*	۱۳۰
ملات ماسه سیمان به ضخامت ۳ *cm*	۵۶
سرامیک کف	۶۳
پارتیشن	۱۳۰
۲۰٪ بار زنده	۴۰
مجموع:	۷۲۶/۵۶

جدول ۹- جزئیات سقف کامپوزیت با بتن کفی	
قسمت	وزن واحد سطح kgf/m^2
سقف کاذب	۴۹
تیرها (۱۶ *IPE* با فاصله محور تا محور ۹۰ *cm*)	۱۷/۵۶
دال بتنی به ضخامت ۱۰ *cm*	۲۵۰
فوم‌بتن به ضخامت ۱۰ *cm*	۳۵
ملات ماسه سیمان به ضخامت ۳ *cm*	۵۶
سرامیک کف	۶۳
پارتیشن	۱۳۰
۲۰٪ بار زنده	۴۰
مجموع:	۶۳۱/۵۶

در صورت بهره‌گیری از فوم‌بتن با چگالی یاد شده وزن موثر لرزه‌ای به اندازه ۹۵ کیلوگرم- نیرو کاهش می‌یابد که برابر با کاهش ۱۳ درصدی اندازه نیروی زلزله می‌باشد. با این میزان کاهش نزدیک به ۶ درصد در مصرف میلگرد صرفه‌جویی می‌شود. با احتساب قیمت میانگین ۱۹۱۰۰ ریال برای هر کیلوگرم میلگرد و با احتساب مصرف ۴۵ کیلوگرم میلگرد در هر مترمربع ساختمان داریم:

جدول ۱۰- برآورد کل هزینه صرفه‌جویی شده در بخش طراحی		
هزینه صرفه‌جویی شده در هر مترمربع	سطح کل مواد پرکننده لازم	**هزینه صرفه‌جویی شده کل**
۱۱۱،۷۳۵ ریال	۶۳،۸۱۱ مترمربع	**۷۱،۲۹۹،۲۲۲،۰۸۵ ریال**

مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده مهندسی، جنب گروه عمران، دبیرخانه مدیریت پروژه و ساخت تلفن : ۸۷۹۰۹۹۹ (۰۵۱۱)
فکس: ۸۹۷۸۶۵۰۵-۰۲۱ پایگاه اینترنتی : www.pmcs.ir پست الکترونیک : um.pmcs@yahoo&gmail.com

در مورد مقایسه اقتصادی فوم‌بتن و بتن با پوکه و سیمان داریم:

جدول ۱۱- محاسبه قیمت تمام شده بتن

بتن با پوکه و سیمان با چگالی ۱۳۰۰ kg/m^3				فوم‌بتن با چگالی ۳۵۰ kg/m^3			
مصالح	اندازه مورد نیاز	قیمت واحد	قیمت کل	مصالح	اندازه مورد نیاز	قیمت واحد	قیمت کل
سیمان	۱۵۰ kg/m^3	۷۰۰ ریال	۱۰۵،۰۰۰ ریال	سیمان	۳۰۰ kg/m^3	۷۰۰ ریال	۲۱۰،۰۰۰ ریال
پوکه با چگالی ۶۰۰ kg/m^3	۱۰۷ kg/m^3	۵۶۱ ریال	۶۰،۰۲۷ ریال	ماده کف‌زا			۲۵۰،۰۰۰ ریال
آب	۹۰ kg/m^3	۳/۳ ریال	۲۹۷ ریال	پودر خاک سنگ	۲۰ kg/m^3	۶۰۰ ریال	۱۲،۰۰۰ ریال
هزینه حمل			۱۲،۰۰۰ $Rial/m^3$	آب	۵۰۰ kg/m^3	۳/۳ ریال	۱،۶۵۰ ریال
				هزینه حمل			۰ ریال
مجموع			۲۳۷،۲۴۴ ریال	مجموع			۴۷۳،۶۵۰ ریال

به ازای ۱۰ سانتی‌متر کف‌سازی بهره‌گیری از بتن کفی نزدیک ۱۷۷،۲۱۷ ریال گران‌تر از بتن پوکه‌ای می‌باشد که در مقایسه با هزینه صرفه‌جویی شده در مصرف آهن هنوز فوم‌بتن به‌صرفه‌تر از بتن پوکه‌ای می‌باشد. این در حالی است که در صورت بهره‌گیری از فوم‌بتن به‌جای مصالح پوکه سیمان در کف‌سازی با کاهش چگالی و همچنین تغییر ساختار ماده (از حالت حباب‌های هوای مرتبط به حالت حباب‌های هوای محبوس) میزان عایق بودن حرارتی و صوتی حدود ۳ برابر بیش‌تر می‌شود.

جدول ۱۲- برآورد هزینه نیروی انسانی

نوع بتن	نوع نیرو	سطحی که هر نیرو می‌تواند در هر ساعت اجرا کند	تعداد نیروی لازم برای اجرای هر مترمکعب بتن‌ریزی	دستمزد روزانه هر نیرو	سطح کل مواد پرکننده مورد نیاز برای پروژه	تعداد کل نیروهای لازم برای اجرای بتن‌ریزی پروژه	مجموع هزینه‌ها	**هزینه صرفه‌جویی شده**
بتن با پوکه و سیمان	حمل‌کننده مصالح	۱۵ m^2	۳ نفر	۳۳۰،۰۰۰ ریال	۶۳،۸۱۱ m^2	۱۷،۰۱۷ نفر	۵،۶۱۵،۶۱۰،۰۰۰ ریال	**۳،۶۹۶،۱۳۰،۰۰۰ ریال**
	پخش‌کننده مصالح	۱۵ m^2	۱ نفر	۳۳۰،۰۰۰ ریال				
بتن کفی	اپراتور	۵۰ m^2	۱ نفر	۳۷۶،۰۰۰ ریال	۶۳،۸۱۱ m^2	۵،۱۰۵ نفر	۱،۹۱۹،۴۸۰،۰۰۰ ریال	
	سیمان‌ریز	۵۰ m^2	۲ نفر	۳۷۶،۰۰۰ ریال				
	پرداخت‌کار	۵۰ m^2	۱ نفر	۳۷۶،۰۰۰ ریال				

مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده مهندسی، جنب گروه عمران، دبیرخانه مدیریت پروژه و ساخت تلفن : ۸۷۹۰۹۹۹ (۰۵۱۱)
فکس: ۸۹۷۸۶۵۰۵-۰۲۱ پایگاه اینترنتی : www.pmcs.ir پست الکترونیک : um.pmcs@yahoo&gmail.com

جدول ۱۳- برآورد هزینه صرفه‌جویی شده در کل پروژه	
هزینه صرفه‌جویی شده در بخش نیروی انسانی	۳،۶۹۶،۱۳۰،۰۰۰ ریال
هزینه صرفه‌جویی شده در بخش طراحی (کاهش میزان میلگرد مورد نیاز)	۷۱،۲۹۹،۲۲۲،۰۸۵ ریال
هزینه صرفه‌جویی شده کل	**۷۴،۹۹۵،۳۵۲،۰۹۰ ریال**

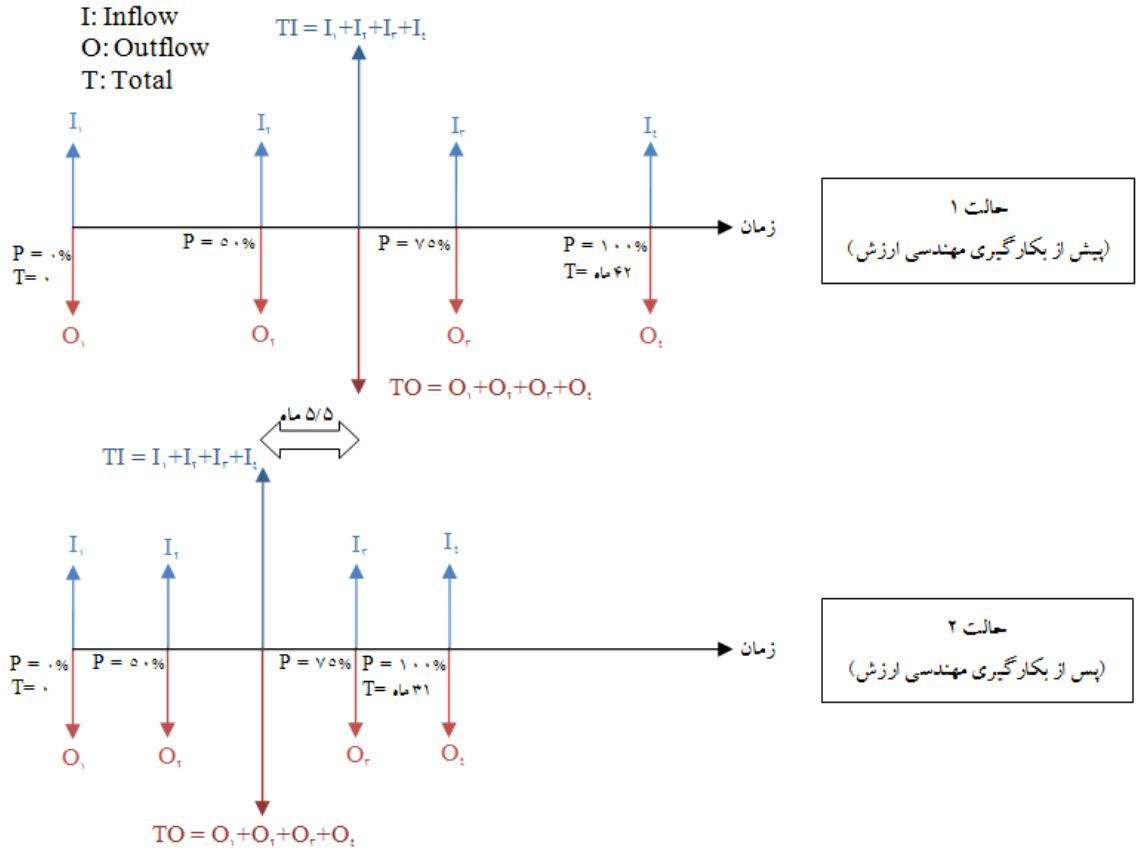
جدول ۱۴- برآورد زمان					
نوع بتن	سرعت اجرا	حجم کل بتن‌ریزی	زمان لازم برای بتن‌ریزی کل پروژه	زمان صرفه‌جویی شده به ازای هر مترمکعب	**کل زمان صرفه‌جویی شده**
بتن با پوکه و سیمان	۱/۵ مترمکعب در هر ساعت	۶۳۸۱/۱ m^3	۵۳۲ روز کاری	۲۰ دقیقه	**۲۶۶ روز کاری**
فوم‌بتن	۳ مترمکعب در هر ساعت	۶۳۸۱/۱ m^3	۲۶۶ روز کاری		

جدول ۱۵- برآورد هزینه و زمان صرفه‌جویی شده ناشی از بکارگیری هم‌زمان هر دو روش		
روش / نوع صرفه‌جویی	هزینه صرفه‌جویی شده	زمان صرفه‌جویی شده
با بهره‌گیری از روش ۱	۲۷۵،۴۷۶،۰۰۰ ریال	۷۳ روز کاری
با بهره‌گیری از روش ۲	۷۴،۹۹۵،۳۵۲،۰۹۰ ریال	۲۶۶ روز کاری
مجموع	**۷۵،۲۷۰،۸۲۸،۰۹۰ ریال (مقداری بیش از ۷۵،۲۷۰ میلیون ریال)**	**۳۳۹ روز کاری**

با توجه به این که کلیه واحدها به صورت پیش‌فروش و با مبلغ ثابت و مشخص واگذار گردیده و نحوه پرداخت مبالغ از مشتریان متناسب با پیشرفت پروژه می‌باشد؛ الگوی زیر برای نحوه پرداخت خریداران در نظر گرفته شده است:

جدول ۱۶- الگوی نحوه پرداخت مبلغ واحدها				
۱۰۰	۷۵	۵۰	۰	P درصد پیشرفت پروژه
۲۵	۲۵	۲۵	۲۵ (پیش‌پرداخت)	درصد پرداخت

مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده مهندسی، جنب گروه عمران، دبیرخانه مدیریت پروژه و ساخت تلفن : ۸۷۹۰۹۹۹ (۰۵۱۱)
فکس: ۸۹۷۸۶۵۰۵-۰۲۱ پایگاه اینترنتی : www.pmcs.ir پست الکترونیک : um.pmcs@yahoo&gmail.com



۳۳۹ روز تقریبا معادل ۱۱ ماه صرفه‌جویی در زمان داریم و این به این معنی است که سود کل پروژه که از تفاضل خروجی نقدی کل TO (هزینه کل) از ورودی نقدی کل TI (درآمد کل) به دست می‌آید، ۵/۵ ماه زودتر محقق شده است لذا اگر بخواهیم صرفه‌جویی مالی (اقتصادی) ناشی از کاهش زمان را نیز با حداقل بهره ۲۸٪ سالیانه محاسبه کنیم خواهیم داشت:

$$(TI - TO) * ٪۲۸ *$$
$$= ٪۱۳ (TI - TO)$$

یعنی تقریبا سود پروژه به میزان ۱۳٪ افزایش پیدا می‌کند.

۵- نتیجه‌گیری:

۱. با بکارگیری مهندسی ارزش در هر پروژه عمرانی به عنوان یکی از ارکان مدیریت بهره‌ور پروژه می‌توان به اهمیت این گفته که "**همواره ایده‌ای بهتر از ایده فعلی برای اجرای هر طرحی وجود دارد**" پی برد و همان‌طور که مشاهده شد تنها با بکارگیری دو تکنیک ساده پیشنهاد شده در این پژوهش، افزون بر میزان ۲۷ درصد پتانسیل صرفه‌جویی در هزینه‌های ساخت، اتمام زودتر فرآیندهای اجرایی نیز سود پروژه را به میزان ۱۳ درصد افزایش می‌دهد که این مقادیر در پروژه‌های ساختمانی انبوه مبالغ هنگفتی را دربرمی‌گیرد.

۲. توجه به این نکته ضروری است که سودآور یا زیان‌ده بودن روش‌های تازه ساخت می‌بایست با در نظر گرفتن هزینه‌های آن‌ها در تمام طول مدت پروژه مورد ارزیابی قرار بگیرند نه فقط در مقاطعی از آن.

۳. همین‌طور افزایش کیفیت محصول، ایمنی و راحتی اجرا و زیبایی بیش‌تر در بخش معماری همگی از دیگر مزایای بهره‌گیری از مهندسی ارزش هستند که در این مقاله به صورت جداگانه مورد ارزیابی کیفی قرار گرفتند.

مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده مهندسی، جنب گروه عمران، دبیرخانه مدیریت پروژه و ساخت تلفن : ۸۷۹۰۹۹۹ (۰۵۱۱)
فکس: ۸۹۷۸۶۵۰۵-۰۲۱ پایگاه اینترنتی : www.pmcs.ir پست الکترونیک : um.pmcs@yahoo&gmail.com

منابع:

[۱] جبل‌عاملی محمدسعید، قوامی‌فر کامران، عبایی مزدک، ۱۳۸۳. «جایگاه مهندسی ارزش در مدیریت پروژه»، تهران: انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.

[۲] سارنگ محمد ۱۳۸۷. «کتاب کار جامع مهندسی ارزش»، تهران: معاونت فنی و عمرانی شهرداری تهران با همکاری شرکت مهندسی مشاور سامان گستر شریف

[۳] آل‌رسول سهیل ۱۳۸۶. «انتخاب بهترین زمان برای بکارگیری مهندسی ارزش در پروژه‌های عمرانی»

[۴] یادگاران ایمان، ماهوتیان مهرداد ۱۳۸۵. «بررسی اقتصادی بتن خود تراکم»، اولین کارگاه تخصصی بتن خودتراکم، تهران، دانشگاه تهران، انستیتومصالح دانشکده فنی

[۵] نویل آدام، ترجمه رمضانیان‌پور علی‌اکبر، شاه‌نظری محمدرضا ۱۳۸۳. «تکنولوژی بتن»، چاپ هفدهم، تهران: انتشارات علم و صنعت ۱۱۰

[۶] صیامی محمد ۱۳۸۳. «معرفی بتن سبک اسفنجی از نوع کفی یا فوم‌بتن به عنوان مصالحی با قابلیت‌های بالا»، نخستین همایش زلزله و سبک‌سازی، قم، دانشگاه قم، دانشکده فنی و مهندسی

[۷] تارنمای پایگاه آگاهی‌رسانی «مدیران ایران» به نشانی www.aftabir.com

[۸] تارنمای پایگاه آگاهی‌رسانی «عمران ۱۱۸» به نشانی www.omran۱۱۸.com

مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده مهندسی، جنب گروه عمران، دبیرخانه مدیریت پروژه و ساخت تلفن : ۸۷۹۰۹۹۹ (۰۵۱۱)
فکس: ۸۹۷۸۶۵۰۵-۰۲۱ پایگاه اینترنتی : www.pmcs.ir پست الکترونیک : um.pmcs@yahoo&gmail.com